13

ÜBER DEN VERLAUF UND DIE LETZTEN ENDEN DER NERVEN.

VON

Dr. G. VALENTIN,

M. d. A. d. N.

Mit 8 Kupfertafeln.

(Bei der Akademie eingegangen den 9. Februar 1836.)

aber das wahrhaft künstlerische Gemälde oder die grossartigen Naturschönheiten weniger afficiren, weil für ihre schwache Combinationsgabe nur das Einzelne, nicht der Totaleindruck mit der denselben nothwendig begleitenden Reflexion existirt, so mögen auch wir von dem unendlichen Wunderwerke nur die bunten Farben anstaunen, welche selbst ein getrübtes und zertheiltes Licht sind.

Das Aeussere ist meistentheils der Köder, welcher den Menschen zu der edelsten Beschäftigung, zu dem Bemühen, die Natur selbst sinnlich und geistig kennen zu lernen, hinzieht. Das Innere blickt zwar bisweilen entweder schon im Eingange oder im ferneren Verlaufe der Untersuchung hindurch, allein immer noch schwächer, als das durch dicke Staubwolken verdeckte Sonnenbild.

In den beiden organischen Reichen gehört die Darstellung der Formen der Anatomie, die der Functionen der Physiologie im engeren Sinne des Wortes an. Dass erst die genaueste Verbindung und Verschlingung beider die vollständige Erkenntniss erzeuge, und dass Fortschritte der einen Disciplin Corollarien oder Desiderate der anderen bedingen, erhellet von selbst. Mag aber auch immerhin die Function als das scheinbar Höhere die lebendige Erscheinung in Anspruch nehmen, während die Form meist nur aus dem todten Organe hinreichend genau erforscht werden kann, so hat diese dennoch vor jener den unendlichen Vorzug, dass sie ihrer Natur gemäss mehr den bei jeder gediegenen Beobachtung nothwendigen Charakter der absoluten Gewissheit an sich trägt. Die auf die Folter gespannte Natur antwortet in dem Versuche zwar nach ihren bestimmten und unabänderlichen Gesetzen; wie unter allen Verhältnissen überhaupt, so ist hier ebenfalls jeder wahre Zufall auf das Vollständigste entfernt, und es kann daher auch auf diesem Wege jede mögliche Befriedigung erhalten werden. Allein die mannigfachen, auf das Verschiedenste eintretenden Nebenumstände, welche theils durch die innige Verkettung

aller Functionen des organischen Wesens mit einander, theils durch die Individualität des Experimentes selbst bedingt werden, einerseits; andererseits die meist nur momentane Beantwortung, welche oft selbst wiederum trotz ihrer kurzen Dauer ihre differenten Perioden hat, führen nur zu leicht auf Abwege, welche für die ganze Behandlung der Disciplin von wesentlichem Einflusse sind. Mögen wir auch immerhin der experimentellen Physiologie erst die wahrhaft interessantesten Quellen des Wissens verdanken, mag sie uns selbst an sehr vielen Puncten Eigenthümlichkeiten und Unterschiede nachweisen, welche der blosse Anatom nicht im Entferntesten zu ahnen vermochte; mögen ihre Resultate als dem Leben angehörend auch mehr unmittelbar in das Leben eingreifen; allen ihren Aussprüchen müssen die Formverhältnisse als kritisirende Normen zum Grunde liegen; von ihnen müssen sie entweder begründende Bestätigung erwarten oder wenigstens durch sie registrirt werden; damit nicht eine einzelne, eclatant hervortretende Richtung zu dem leichtesten und grössten Fehler, dem der Einseitigkeit, verleite. Wie auch ohne die genaueste mathematische Berechnung des leitenden Gestirnes und des in verschlossener Tiefe der Erde wirkenden Principes das Schiff die Wellen zwar durchschneiden würde, in jedem Augenblicke aber dem drohenden Untergange entgegen schwankte, wie dann Rettung und Heil nur von ungekannten Zufällen abhinge, gerade so ergeht es jenen physiologischen Versuchen, welche der nothwendigen anatomischen, physikalischen und chemischen Basis gänzlich entbehren. Selbst aus unseren Tagen liegen in dieser Beziehung die Beispiele zu nahe, als dass Einzelne derselben hier noch specieller angedeutet zu werden brauchten.

Die in der neuesten Zeit mit Hilfe der vergleichenden Anatomie und vorzüglich der mikroskopischen Untersuchung so sehr vollendete Kenntniss des thierischen Körpers hat häufig die Vortheile nachgewiesen, welche die durch genauere Betrachtung der Formen erzielte,

detaillirtere Wissenschaft der Gestaltungsverhältnisse als Rectificator für experimentell physiologische Sätze hat. Nur eine uns näher liegende Erscheinung soll hier als Beleg angeführt werden. Es ist allgemein constatirt, dass das sogenannte Nervensystem in seiner dreifachen Form, als centrales, als Ganglien-System und als System der peripherischen Nerven einen wichtigen Einfluss auf die übrigen heterogenen Theile und Functionen des organischen Körpers ausübt. Blutumlauf, Verdauung, Einsaugung und Ausdünstung gehen nur dann in völliger Vollkommenheit von statten, wenn diejenigen Theile des Nervensystemes, welche sich in die jenen Functionen vorstehenden Organe und Organtheile verzweigen, in absoluter oder relativer Integrität sich befinden. Der Muskel zieht sich nur unter dem Einflusse des Nervensystemes zusammen, und wenn er einerseits sogar nach partieller oder totaler Zerstörung von Hirn, Rückenmark und Ganglien, ja selbst aus dem Körper getrennt, sich auf mechanische, chemische und galvanische Reize noch contrahirt, so frägt es sich in der That noch sehr, ob er nicht diese so leicht vorübergehende Lebensreaction den in ihm sich verbreitenden feineren und feinsten Nervenästen oder den ihm von diesen noch adhärirenden Effecten verdankt. Die Sinnesorgane sind nur für die in ihnen enthaltenen nervigen Theile bestimmt und organisirt. Alle ihre mannigfachen, noch so kunstreich gebaueten und noch so wunderbar gestalteten Parthieen dienen nur als Mittel dem einen Zwecke, dass die Sinnesnerven, deren Fortsetzungen und Ausbreitungen, ihre Energieen zum Vorschein bringen u. dgl. m. Hierdurch schien man nun mit vollem Grunde zu dem Ausspruche berechtigt, dass das Nervensystem, als einzige und Haupttriebfeder der ganzen Maschine, die gesammte thierische Organisation beherrsche und erhalte. Der Einwand, dass angeblich viele niedere Thiere ohne Nerven dieselben Thätigkeiten zu erzeugen im Stande seyen, hatte mit Recht seine bisherige, grosse Auctorität verloren, nachdem

auch in den kleinsten und scheinbar einfachsten Geschöpfen nicht nur eine Mannigfaltigkeit von Organen, wie in den höheren Wesen, sondern selbst ein centrales und ein peripherisches Nervensystem, so wie eine dem Gangliensysteme zu parallelisirende Formation nachgewiesen worden war. Von rein physiologischem Standpuncte, d. h. von dem Standpuncte der blossen Versuche, war und ist dieser zu allgemeine und einseitige Schluss über den Einfluss des Nervensystemes vollkommen gerechtfertigt. Nicht so dagegen, wenn man das viel weitere Feld der unmittelbaren Beobachtung zugleich in Betracht zieht. Hier sehen wir, dass zu einer Zeit des Embryolebens, wo von der Existenz eines Nervensystemes irgend einer Art, ja von dem Daseyn eines wahrhaft individuellen Wesens im Eie noch nicht die Rede seyn kann, Trennungen und Verbindungen in dem nervenlosen und von dem mütterlichen Körper durchaus geschiedenen, oft sogar entfernten Theile entstehen, welche nur durch die äusseren Verhältnisse der Umgebung, besonders der Wärme, hervorgerufen werden. Obgleich jede Vegetation in dem vollständigen Organismus durch die allgemeine thierische Lebensflüssigkeit, das Blut, vermittelt zu werden scheint, so sehen wir doch in diesen ersten Regungen des selbstständigen Lebens Differenzen sich bilden und wiederum vergehen, ehe noch die entferntesten Spuren von Nerven, von Blut, von Gefässwandungen und Herz existiren. Ja da selbst in dem vollständigen und ausgebildeten Organismus die feinsten Blutgefässnetze mit ihren stets definiten Wänden nur zwischen und über einer grösseren oder geringeren Zahl von Elementartheilen verlaufen, und nichts desto weniger sich aus den durch die Permeabilität der Gefässwandungen hervortretenden Stoffen die heterogensten Formationen neben einander erzeugen, so liefert hier die reine Beobachtung den weit höheren Fundamentalsatz, dass die unendliche Mannigfaltigkeit der äusseren Natur in ihren individuellsten Bildungen, wie in ihrer individuellsten Fortdauer, von keinem

äusseren, concret allgemeinen Bildungsmomente, sondern von einer inneren, bis in die einzelnen Theile detaillirtesten Kraft geleitet werde, während die allgemeiner influirenden Systeme, gleich wie auch in unserem Denken die collectiven Thätigkeiten, keine absolute Allgemeinheit erreichen, sondern einerseits einen nur umfassenderen und vorbereitenden Einfluss behaupten, andererseits selbst in detaillirte Specialitäten zurücksinken oder vielmehr, vom sinnlichen Standpuncte aus betrachtet, zu diesen sich erheben. Diese rein locale Gewalt der kleinsten Theile des Körpers wird auch durch eine andere, der einfachen Beobachtung zufallende Erscheinung des lebenden Organismus, die also eben so sehr der Anatomie, als der Physiologie angehört, nämlich durch das Flimmerphänomen auf das Deutlichste nachgewiesen. Ich erinnere nur daran, dass die ganze Erscheinung in manchen Thieren, z. B. den Schildkröten, nicht bloss alle übrigen Functionen überlebt, sondern so lange anhält und an den Stellen fortdauert, wo die äusseren den todten Körper zerstörenden Einflüsse der Natur die Substanz der Schleimhäute nicht destruirt haben, ja dass wenige, bei einander stehende, aus dem Körper Tage lang entfernte Härchen, welche ihre Lage und Stellung ungestört auf dem Epithelium behaupten, ganz unverändert fortschwingen u. dgl. m. Auf diese Weise verbessert die Beobachtung nicht nur, sondern sie vernichtet auch viele durch consequente Versuche und Theorien scheinbar unerschütterlich begründete Aussprüche. Wie die äussere Objectenwelt der Thätigkeit unseres Geistes gegenüber steht, wie die Erstere ihren Zweck, die grösste Specialität, also das Endziel ihres Bestrebens leicht erreicht, während der Letztere statt der erzielten absoluten Allgemeinheit immer nur concrete Allgemeinheit erlangt, also fortwährend nur tendirt; ganz so gestaltet sich auch die Relation zwischen den speciellsten Elementartheilen und den sogenannten allgemeineren Systemen des Organismus. Obgleich aber beide auf gleiche Weise ihrer Form, wie ihrer

Function nach betrachtet werden müssen, so besitzt doch das Experiment, als vom Geistigen, Subjectiven ausgehend und auf das Aeussere als ein gewähltes Object einfliessend, mehr den Charakter des Willkührlichen, des Zufälligen, des Einseitigen und Unvollständigen, während die reine Beobachtung, bei welcher das Object als Actives dem mehr empfangenden Forscher sich darbietet, von vorn herein die Farbe des Bestimmteren und Vollständigeren, wiewohl eben dadurch aber auch des Unverständlicheren an sich trägt. Das beste Experiment kann eine falsche Antwort enthalten, wenn man seine Objectenwelt nicht hinreichend kennt; die richtige Beobachtung vermag nur falsch combinirt und unwahr gedeutet zu werden.

Der Theil der Anatomie und Physiologie, welchem die folgende Darstellung angehört, nämlich die Nervenphysik, ist durch die glücklichen physiologischen Versuche der neueren und neuesten Zeit auf eine für Theorie und Praxis der Medicin unberechenbare Weise für alle Folgezeiten erweitert worden. Wenn es auch in der Natur der Sache lag, dass man seit dem Anfange der wahrhaft empirischen Forschung der thierischen Organisation die beiden verschiedenen Seiten der äusseren Functionen des willkührlichen Nervensystemes, die Kraft der Bewegung und die der Empfindung, hypothetisch in verschiedene Organe versetzte, so mangelte dieser Behauptung als einer unerwiesenen, bloss subjectiven Ansicht aller wahre Werth auf dem Gebiete der ächten Naturforschung. Sie trat erst dann in die Reihe der den menschlichen Geist wahrhaft adelnden Schlusssätze, als durch Erfahrung nachgewiesen wurde, dass in den hinteren Rückenmarkswurzeln der Sitz der Empfindung, in den vorderen dagegen der der Bewegung sey. So grossartig sich aber auch der Einfluss dieser wichtigen Lehre unbedingt gestalten musste, so ist doch eine viel zu ausgedehnte Anwendung von derselben gemacht worden. Man sagt in der That nicht zu viel, wenn man behauptet, dass die scheinbar so vollendete

Gestalt unserer heutigen Nervenphysik, insbesondere ihrer formellen Construction nach, fast nur die detaillirte Ausführung der Bell'schen Entdeckung und einiger wesentlich aus ihr hervorgegangenen Grundsätze sey. Schon der mit Recht fortgeführte Versuch, sensible und motorische Nerven in den aus dem Hirne entspringenden Stämmen nachzuweisen, leidet einerseits an Mangel der nöthigen Realien, sey es, um überhaupt durch neue Experimente über noch unbekannte, oder durch Wiederholung von unvollständigeren Versuchen über viele, verschiedenartig angegebene Verhältnisse zu entscheiden. Andererseits sind es von einer unvollkommenen Beobachtung abstrahirte und durch keine genügende anatomische oder physiologische Thatsachen begründete Hypothesen, wenn man z. B. die *N. N. oculomotorii, abducentes* und *trochleares* als rein motorische anspricht, wenn man als den ausschliessenden Charakter eines rein sensiblen Nerven (vielleicht mit mehr Recht einer sensiblen Wurzel) die Existenz eines Ganglion ansieht u. dgl. m. Erfreulich wird es, wenn Theorie und Erfahrung mit einander übereinstimmen, und unserem Geiste schmeichelhaft, wenn die durch die Erstere gewonnenen Deductionen durch die Letztere wahrhaft bestätigt werden. Und eben dieses glückliche Loos ist zweien der Hauptstützen unserer heutigen Nervenphysik zu Theil geworden. Wenn die hinteren Rückenmarkswurzeln nur sensible, die vorderen nur motorische Fasern besitzen, so müssen sie, sobald sie sich einerseits in den Nerven selbst verbinden, sofern aber auch andererseits die strengste Distinctheit von empfindenden und bewegenden Kräften in dem ganzen Körper fortbestehen soll, nirgends in ihrem Verlaufe mit einander anastomosiren. Dazu kommt noch, dass einzelne Collectionen von Primitivfasern eines grösseren Nerven nur in einzelne, grössere Organe und Organtheile des Körpers sich verzweigen und, wie das Experiment und die pathologische Beobachtung lehrt, nur auf diese ihre primären Effecte ausüben. Dass diese Isolirt-

heit der Primitivfasern, welche so gleichsam *a priori* deducirt zu werden vermag, in jeder Art von Erfahrung ihre Belege finde, wird sich weiterhin vollständig erweisen. Noch weit interessanter und schlagender in Rücksicht des oben vorgetragenen Ausspruches aber ist die sogenannte reflectirende Function. Wenn sensible und motorische Nerven längs ihres ganzen Verlaufes geschieden sind und nur in ihrer eigenthümlichen Richtung in Thätigkeit gesetzt ihre charakteristischen Effecte ausüben, also die sensiblen nur in centripetaler, die motorischen in centrifugaler Direction, so muss das beide vermittelnde Moment, dass nämlich auf angeregte Empfindung Bewegung und umgekehrt erfolgt, nothwendiger Weise seinen Sitz in dem Rückenmarke, als dem Ursprunge und Zielpuncte beider, haben. In der That ist auch zu gleicher Zeit diese nothwendige Schlussfolge von Marshall Hall und Joh. Müller gemacht und durch verschiedene Versuche empirisch bewiesen worden. Dieses historische Factum ist für den durch die Mannigfaltigkeit und Verschlossenheit der Natur nur zu leicht erdrückten menschlichen Geist eines der anregendsten, welche die Geschichte der Wissenschaften aufzuweisen hat.

Schon der sicher constatirte Umstand, dass Empfindung und Bewegung nur an der äusseren Peripherie eines Theiles der Actionen des Nervensystemes stehen, muss uns deutlich zeigen, dass es gerade diese Seite nicht seyn kann, welche die einzige feste Grundlage für die wahre Lehre der Nervenphysik und für mehr, als eine bloss doctrinäre Form derselben, abzugeben vermag; dass aus dem Grunde, weil eben diese Seite vielleicht am zugänglichsten liegt, also gerade immer noch eine blosse Aussenseite gleichsam constituirt, sie auch als die Grundveste des Labyrinthes der Natur (und nicht der Theorieen) unbrauchbar sey. Freilich kennen wir die functionellen Verhältnisse, sowohl ihrer Extension, als ihrer Intensität, ja selbst ihren charakteristischen Differenzen nach viel zu wenig, als dass man zur Zeit aus dem Schatze unserer em-

pirisch-materiellen Erfahrungen auch nur durch einen Fingerzeig anzudeuten vermöchte, auf welchem Wege eine sichere und höhere Grundlage gewonnen werden könnte. Wie aber nur der gewöhnliche Mensch mit demjenigen sich begnügt, welches ihm unmittelbar von Nutzen ist und seine Verhältnisse daher für den Augenblick schon interessirt, während gerade die grösste Zahl der auch für das sociale Verhältniss einflussreichsten Entdeckungen im Anfange für die Praxis mehr oder minder zwecklos zu seyn schienen und erst später in ihr segensreiches Wirken für das Leben traten, so muss man sich gerade in der Nervenphysik, als dem höchsten und dunkelsten Gebiete irdischer Untersuchung, jeder Art von erweiternder und belehrender Forschung willig hingeben, wenn sie auch für den Augenblick jeder theoretischen und praktischen Anwendung entbehren oder nur limitirend, sey es in Rücksicht einer bestehenden Theorie oder der zeitigen Mittel unseres Erkenntnissvermögens, eingreifen sollte. Um wie viel mehr verdient es allen uns zu Gebote stehenden Aufwand von Kräften, wenn uns nicht bloss die Möglichkeit für künftige Zeiten, sondern der augenblickliche Erfolg schon deutlich genug hervorleuchtet. Mögen wir daher immerhin rüstigen Fusses durch alle hier sich darbietenden, fast unendlichen Schwierigkeiten vorwärts schreiten. Ist uns auch das reine Licht in seiner vollen Klarheit anzuschauen nicht vergönnt, so muss uns selbst der kleinste Reflex werth und um so angenehmer seyn, je mehr sein milder Schein mit der Schwäche unserer Organe harmonirt.

Wo soll nun aber zuvörderst eine sichere Basis für alle diese Bemühungen anders hergeholt werden, als aus der noch immer mangelnden, fixirten Grundlage zu einem Gebäude der Formbetrachtung des Nervensystemes? Ein Theil dieses wichtigen Desiderates wenigstens sey der Vorwurf gegenwärtiger Abhandlung. Ohne den vielfachen Bemühungen und den wahren Verdiensten der Vorgänger aus

älterer und neuerer Zeit entgegentreten zu wollen; von der Absicht weit entfernt, durch unverdienten oder kleinlichen Tadel Anderer unsere von Mängeln gewiss nicht freie Darstellung unrechtmässiger Weise hervorzuheben, müssen wir doch selbst bekennen, dass eine consequente Durchführung der feinsten Formverhältnisse des Nervensystemes, wie sie einzig und allein von wahrem Nutzen seyn kann, bis jetzt der Wissenschaft gänzlich mangelte. Vorläufig möge es genügen, den peripherischen Theil mit aller uns möglichen Vollständigkeit der wesentlichsten und allgemeinsten Elemente, besonders aus dem Menschen und den Wirbelthieren, hier abzuhandeln. Vielleicht gelingt es einem anderen glücklicheren Forscher, die Centralorgane in allen ihren Specialitäten naturgetreu darzustellen und zu entwirren und so eine unveränderliche und sichere Grundveste der ferneren Erforschung des edelsten Organsystemes der Thierwelt zu liefern. Ich würde den Endzweck meiner gegenwärtigen Bemühungen für vollkommen erreicht halten, wenn sie zu ferneren Arbeiten auf diesem dunkelen Gebiete Berufene anregten.

Was oben über die Natur der durch die Form- und die Functionsverhältnisse zu erreichenden Kenntnisse angedeutet worden, dürfte auch durch die folgenden Seiten hinreichend seine Bestätigung erhalten. Viele Puncte werden die in unserer heutigen Nervenphysik herrschenden Ansichten bekräftigen und manchem gerechten Zweifel, der bisher auf ihnen noch lastete, entheben. Allein mehrere bald anzuführende, unabweisbare Facta zeigen deutlich, dass wir uns ungeachtet der glücklichen Arbeiten der ausgezeichnetesten Forscher kaum am Anfange der Erkenntniss des Nervensystemes befinden. Möge es noch unserem thätigen Zeitalter vergönnt seyn, wenigstens einige der räthselhaftesten Probleme zu lösen! So viel erhellt jedenfalls schon für jetzt, dass keines der Grundprincipe unserer Nervenphysik so allgemein wahr ist, als es vielleicht nach den am lebenden Organismus

angestellten oder zunächst anzustellenden Experimenten scheinen dürfte.

Aus den eben angeführten Gründen sind in der nun folgenden Abhandlung selbst die Formverhältnisse allein berührt worden. Nur da, wo es unumgänglich nothwendig war oder die Beziehung sich nicht unmittelbar ergab, ist die Betrachtung der functionellen Rücksichten eingeschaltet. Die Andeutung der meisten von selbst erhellenden Probleme für eine künftige Nervenphysik wurde absichtlich hinweggelassen, da jene Desiderata sich dem kundigen Leser sogleich darstellen.

Was die Ordnung des Vorzutragenden betrifft, so glaubte ich am Zweckmässigsten zu verfahren, wenn ich mit dem Mittelpuncte des peripherischen Nervensystemes, den Nerven selbst, beginne und so mir an ihnen einen festen Anhaltpunct verschaffe, von welchem ich sie dann sowohl nach innen, d. h. bis zu ihrem Verlaufe und ihrer Einpflanzung in Hirn und Rückenmark, als nach aussen, d. h. bis zu ihren letzten Enden, verfolgen könnte.

Untersuchen wir einen dickeren oder dünneren, selbstständigen Nervenstamm des Menschen oder der höheren Thiere, so sehen wir zuvörderst, dass eine meist bedeutende Anzahl von Primitivfasern oder von Nervenbündeln von einer gemeinsamen, relativ sehr festen membranösen Scheide eingehüllt und von den übrigen angrenzenden Gebilden gesondert wird. Schon im unverletzten Zustande bietet diese Hülle deutliche Fasern von einem meist gleichmässigen Durchmesser dar. Wird sie aber getrennt, durch zwei spitze Nadeln vollkommen ausgebreitet und etwas auseinander gezogen oder unter dem Compressorium behandelt, so zeiget sich, dass ihre Substanz aus Fäden zusammengewebt ist, welche sich in nichts von den Fäden des gewöhnlichen Zellgewe-

bes unterscheiden (Tab. III. Fig. 9). Obgleich in den meisten Fällen noch besondere zellgewebige Gebilde die Nerven an die angrenzenden Theile anheften, ja bisweilen die Fasern der Scheide sich unmittelbar in das umhüllende und verbindende Zellgewebe fortsetzen dürften, so scheint doch diese eigenthümliche Umhüllung der Nerven immer ihre Selbstständigkeit und eine gewisse genaue Isolirtheit zu behaupten.

Auf gleiche Weise, wie der ganze Nerve, sind auch die in ihm eingeschlossenen Bündel, ja sogar, wie wir bald ausführlicher darstellen werden, die einzelnen Primitivfasern mit zellgewebigen Scheiden umgeben. Nur steht die Dicke der Letzteren, die Stärke, Bestimmtheit und Festigkeit der Fasern mit der Grösse der von ihnen eingeschlossenen Theile in gleichem Verhältnisse. Alle diese Momente finden sich daher am schwächsten in den Primitivfasern, stärker in den Bündeln und am stärksten in dem ganzen Nervenstamme. Im Verfolge dieser Untersuchung wird es sich ergeben, dass diese zellgewebige Umhüllung an allen Puncten existirt und die Nervenmasse weder in den letzten Enden der Nerven, noch in dem Gehirne und dem Rükkenmarke, noch in den Ganglien verlässt, obwohl eben in jedem der genannten Theile ihre Gestalt und ihre Dicke nach durchaus bestimmten Gesetzen Modificationen erleidet.

Viele Forscher aus der Mitte und dem Schlusse des vorigen Jahrhunderts haben es als ein für die Nerven charakteristisches Merkmal angesehen, dass deren Oberfläche mit queren, entweder transversal oder schief, oft scheinbar genau spiralig verlaufenden Streifen versehen sey (Hildebrandt's Anatomie, besorgt von E. H. Weber. I. 1830. S. 275). Die Richtigkeit dieser Behauptung leidet keinen Zweifel. An jedem aus dem Körper entfernten Nerven lassen sich schon mit freiem Auge, besonders unter gewissen Modificationen des schief auffallenden Lichtes, diese Gebilde leicht wahrnehmen. Allein der sogleich einleuchtende Umstand, dass weder ihre Zahl, noch ihre Gestalt irgendwie

constant sind und ihre Wahrnehmbarkeit an eine gewisse Stärke und Frische des Nervenstammes innig geknüpft ist, hätte leicht die Ansicht, dass diese Formation charakteristisch, ja selbst dass sie ein ächtes Naturproduct sey, vernichten müssen. Die wahre, hinreichend begründete Erklärung dieses rein zufälligen Phänomenes, welche auch Prevost und Dumas (Magendie *Journ. de physiol. Tom. III.* 1823. *p.* 319) schon gegeben haben, konnte freilich erst durch genauere mikroskopische Untersuchung geliefert werden. Da nämlich die Fasern der Zellgewebsscheide der Nerven in longitudinaler Richtung verlaufen und in gleichem Verhältnisse ihrer Stärke auch die Effecte der ihnen inwohnenden Elasticität um so deutlicher zu erkennen geben, so müssen, sobald ein Theil der elastischen Scheide von ihrer naturgemässen Spannung befreit wird, eine Menge von Erhebungen und Senkungen in den Fasern entstehen, welche das Licht in verschiedenen Verhältnissen zurückwerfen. Dass diese Erklärung nicht bloss theoretisch ausgesonnen, sondern in der Erfahrung begründet sey, sieht man daraus, dass wenn man einen solchen mit Streifen versehenen Nerven bei heller Beleuchtung von oben mit einem aplanatischen Oculare betrachtet, man leicht die Fasern in ihren Wellenlinien durch abwechselnde Erhebung und Senkung verfolgen kann. Wird diese Beobachtung auf schwarzem Grunde und im Sonnenlichte angestellt, so zeigt sich hier den optischen Gesetzen gemäss ein eben so schönes, als leicht zu erklärendes Farbenspiel. Auch an den Seiten solcher Nerven sind solche wellenförmige Begrenzungen leicht wahrzunehmen. Nicht bloss der ganze Nerve, auch die einzelnen Bündel, und unter günstigen Verhältnissen selbst die einzelnen Primitivfasern zeigen dieselben Erscheinungen.

Alle diese Phänomene kommen jedoch nur dann vor, wenn der Nerve der seiner völlig naturgemässen Lage entsprechenden Tension beraubt wird. Dieses ist aber vorzüglich bei herausgeschnittenen oder

solchen Nerven der Fall, welche durch Präparation ihrer Umgebung oder der ihnen nahe liegenden Organe oder Organtheile frei gemacht worden. Allein selbst unter diesen Umständen wird die Erscheinung um so weniger deutlich, je mehr die beginnende Maceration den Nerven angegriffen hat, weil einerseits (vielleicht durch reichlichere Aufnahme von wässerigen Stoffen) die Elasticität der einzelnen Fäden der Scheide selbst abzunehmen scheint, andererseits ihre Oberfläche minder eben ist und daher das Licht weniger stark zurückwirft.

Eben dasselbe zeigt sich auch bei allen anderen Geweben, welche aus elastischen soliden Fäden zusammengesetzt sind. Nur entstehen hier, je nach Verschiedenheit der Natur der Theile, auch besondere Modificationen derselben Erscheinung. So kräuseln sich in Folge ihrer Elasticitat die weniger genau zusammenhängenden und bei jeder Art von Präparation sich leicht von einander trennenden Zellgewebefäden, welche daher unter dem Mikroskope, besonders an ihren freien Rändern, mehr isolirt erscheinen, und aus diesem Grunde auch bei ihrer ungemeinen Zartheit die Phänomene der Reflexion weniger stark zu erkennen geben. Die wellenförmige Conformation der Sehnenfasern hat in derselben Erscheinung ihren Grund. Auch hier zeigt sich bekanntlich schon mehr im Grossen jener silberglänzende Reflex, dessen grössere Intensität durch die bedeutendere Stärke und Festigkeit, die grössere Glätte der Oberfläche und durch die dichtere Masse der Fasern erzeugt wird. In den aus sehnigten oder aus Zellgewebefasern bestehenden Membranen zeigen sich nach Verschiedenheit der Complexion der Fasern einzelne, die ganze Fläche oder nur besondere, regelmässig oder mehr unregelmässig vertheilte Puncte betreffende Erhabenheiten und Vertiefungen. Von der ausgezeichneten Erscheinung einer prachtvollen Irisation der sehnigten Fasern des Tapetum vieler Säugethiere werden wir weiter unten zu sprechen Gelegenheit haben. Ja wer weiss, ob nicht das bekannte Phänomen der

knieförmigen Einknickung der Muskelfasern, welches die Verkürzung (und nicht die Contraction) derselben erzeugt, wenigstens zum Theil in eben dieser Erscheinung seinen Grund habe.

Die zu den Nerven tretenden Blutgefässe verlaufen mit ihren feinsten Aesten zwischen den Scheiden der Nervenbündel, so dass selbst die zartesten Stämmchen nicht immer die einzelnen Primitivfasern, sondern stets eine kleinere oder grössere Collection derselben begleiten. Die Richtung der feinsten Hauptstämmchen ist der Längendirection der Primitivfasern und deren Ansammlungen zu Bündeln parallel, während anastomosirende, transverselle und schiefe Zweige dieselben auf das Mannigfaltigste kreuzen. Diese eigenthümliche Anordnung der feinsten Blutgefässnetze ist jedoch ebenfalls nicht ohne anderweitige Analogie. So z.B. haben die Capillaren in den Muskeln im Verhältniss zu den Primitivfasern einen ähnlichen Verlauf und ganz analog, nur nach der Verschiedenheit der Gestalt der Organtheile und der Form der Gewebe verschieden, bildet sich das Verhältniss in dem Fettgewebe, in der Chorioidea u.dgl.m. Ueberhaupt hängt, wie ich schon an einem anderen Orte ausführlich nachgewiesen habe (Hecker's Annalen. März. 1834), der Charakter der feinsten Blutgefässnetze von der Form des Organes, von dessen Organtheilen, von der Natur des Gewebes und dem Stadium der Ausbildung desselben genau ab. Ein durchaus allgemeines und für die physiologische Betrachtung höchst wichtiges, auch von Anderen schon berührtes Gesetz ist es aber, dass die feinsten Blutgefässnetze nicht an einen jeden einzelnen Elementartheil der Gewebe, sondern entweder an eine gleichartige Collection mehrerer derselben oder (was am Ende auch im ersteren Falle immer stattfindet) an eine Verbindung zweier oder mehrerer ungleichartiger Elementartheile zu einem untergeordneten Ganzen verlaufen. So ist der concret allgemeine Charakter des Blutes und der Bahnen desselben auch in dem Verhältnisse seiner peripherischen En-

den zu den zunächst gelegenen feinsten Gewebetheilen deutlich genug ausgesprochen. Ein durchaus analoges Gesetz wird auch aus der über die letzten Enden der Nerven angestellten Untersuchung resultiren.

Je kleiner die Zahl künstlicher Hilfsmittel ist, welche zu der Erkenntniss eines Naturgegenstandes angewendet zu werden braucht, ohne dass weder der Gründlichkeit noch der Vollständigkeit der Beobachtung Eintrag geschieht, um so gegründeter ist die Hoffnung, dass eine grössere Menge von Irrthümern aus der Darstellung der Resultate verbannt seyn dürfte. Da die Natur auch unter dem Drucke der künstlichsten Verhältnisse immer nur nach bestimmten Gesetzen antwortet, so schadet es durchaus nicht, wenn Mittel aller Art zur Erforschung der äusseren Gegenstände angewendet werden, sobald man nur mit hinreichender Genauigkeit zu controlliren vermag, was wahrhaft dem Objecte und was den Bemühungen des Forschers angehört. Ohne diese kritisirende Distinction können aber nur Irrthum und Täuschung als Folgen solcher Arbeiten auftreten. Es ist kaum glaublich, dass Fehlgriffe der Art bei einem so einfachen Gegenstande, als die Untersuchung der Nerven zu seyn scheint, gemacht werden könnten. Und doch wird der Vergleich der zu liefernden Darstellung mit den Resultaten anderer, auch der tüchtigsten Beobachter, bald lehren, dass auch hier die nicht hinlänglich berechnete Anwendung künstlicher Hilfsmittel die redlichsten Bemühungen für die Wissenschaft fast unbrauchbar gemacht hat.

Da ich mit Recht vorauszusetzen glaube, dass der kundige Leser die hierher gehörenden Darstellungen von Ehrenberg (Poggendorff's Annalen. Bd. XXVIII. S. 449), Krause (Poggendorff's Annalen. Bd. XXIX. 1834. S. 128), Lauth (*Manuel de l'Anatomiste p.* 28), R. Wagner (Burdach's Physiologie. V. S. 139), Joh. Müller (Physiologie. I. S. 583), Berres (Medicinische Jahrbücher der k. k. österreich. Staaten. Bd. IX. S. 274) u. A. hinreichend kenne, so halte ich es

für überflüssig und zeitraubend, die Differenzen, welche die folgende der Natur entnommene Schilderung enthält, speciell anzugeben. Bei genauerer Betrachtung erhellen die Unterschiede von selbst. Die an allen Stellen genau verzeichneten Methoden, welche ich bei meinen Untersuchungen angewendet habe, werden auch bald viele der Ursachen lehren, durch welche jene Männer bei ihren Beobachtungen nicht selten verleitet worden sind.

Da jeder grössere Nervenstamm viel zu dick und undurchsichtig ist, als dass er unmittelbar der mikroskopischen Untersuchung unterworfen werden könnte, so muss zur genaueren Beobachtung seiner Structurverhältnisse die Hilfe des Compressorium's und des Messers in Anspruch genommen werden. Drückt man ein mässig starkes Stämmchen zwischen zwei Glasplatten sehr leise zusammen, so werden die einzelnen neben einander liegenden Primitivfasern, und besonders bei kurzer Focaldistanz der Linsen, deren äusserste, zellgewebige Hüllen-Oberfläche (Tab.III. Fig.17.) deutlich erkennbar. Bei etwas stärkerem Drucke tritt an einem oder an beiden Enden des untersuchten Nerven die in den Primitivfasern enthaltene Masse hervor, während die Zellgewebefasern der Scheide immer undeutlicher werden und zuletzt nur die Grenzlinien der Scheiden der einzelnen Primitivfasern noch erkennbar bleiben. Was den ausgepressten Inhalt betrifft, so besteht dieser in der Regel grösstentheils aus einer grumigen Masse, welche theils gesonderte, gebogene Fäden (Tab.III. Fig.14.), theils mehr isolirte unregelmässige Körperchen (Tab.III. Fig.13.) bildet, zwischen denen sich auch mehr isolirte, ölige, vollkommen durchsichtige, regelmässig oder unregelmässig varikös angeschwollene, die des Gehirnes und des Rückenmarkes meist an Dicke übertreffende fadenartige Gebilde finden. Wie in den Centraltheilen des Nervensystemes, so zeigen sich auch hier einzelne isolirte Kugeln desselben Stoffes, aus welchem jene varikösen Fäden bestehen. Begnügt man sich mit dieser Unter-

suchung der Nerven, so kann man leicht zu dem Irrthume verleitet werden, als gehörten diese beiden scheinbar so verschiedenen Substanzen in den Contentis der Nerven verschiedenartigen, differenten Functionen vorstehenden Primitivfasern an. Allein die vergleichende Untersuchung der hinteren und vorderen Rückenmarkswurzeln lehrt bald, dass in beiden ohne deutlich bemerkbaren Unterschied das Verhältniss ungeändert bleibe. Es wäre daher nur noch die Vermuthung übrig, dass die sogenannten organischen Fasern, welche bekanntlich in beide Rückenmarkswurzeln sich einpflanzen (oder vielmehr, wie in der Folge gezeigt werden soll, von diesen ausgehen) und eben so in allen übrigen Nerven des Körpers enthalten sind, die Grundursache dieses Unterschiedes abgeben, wenn man nicht bei genauerer Prüfung bald wahrnehmen könnte, dass man sich hier mit einem durch die Untersuchungsmethode nur künstlich hervorgebrachten Probleme unnöthig mühe.

Schon die Inconstanz der Menge, in welcher beide Substanzen in gleichen Nerven desselben Körpers sich vorfinden, muss uns hier sogleich zur Erforschung des genaueren Verhältnisses anregen. Dazu kommt noch, dass in den aus lebenden oder unmittelbar vorher getödteten Thieren herausgeschnittenen Nerven die isolirten Körperchen der grumigen Masse, so wie die Kugeln der anderen Classe fast gänzlich fehlen, dass dagegen, je länger nach dem Tode die Untersuchung vorgenommen wird, die Zahl dieser Gebilde um so grösser ist. Da nun menschliche Leichname in der Regel erst mehrere Tage nach dem Tode der genaueren Prüfung unterworfen werden, so dürfte es auch nicht zu verwundern seyn, dass hier gerade diese Formationen am constantesten vorzukommen scheinen. Beobachtet man auch den Austritt des Contentum's aus den einzelnen Primitivfasern im Acte des Pressens genauer, so sieht man bald in den ersten Versuchen, dass der Inhalt durchaus gleichmässig, hell und durchsichtig ist und nur da, wo er

jeglicher festeren Scheide beraubt, sey es in Folge der geringeren Haltung und seiner eigenen halbfesten Consistenz, oder in Folge eines durch die Einwirkung des umgebenden Wassers oder der anstossenden Luft erzeugten Actes der Gerinnung verändert wird, die grumigen Röhren und Kugeln darstellt, deren Bildung man unmittelbar unter dem Mikroskope bei einiger Aufmerksamkeit leicht wahrnehmen kann. Bemüht man sich auch mit einem feingespitzten Messerchen oder einer Nadel die einzelnen Primitivfasern zu trennen, so sieht man an einem solchen Präparate, dass sowohl die dann erscheinenden ganz isolirten Primitivfasern, als die Aggregationen weniger derselben einen vollkommen hellen, farblosen, durchsichtigen öligen Inhalt, ohne alle Spur von Kügelchen, Bläschen oder Fasern haben. Dieses Resultat ergiebt sich ohne Unterschied an allen Nerven des Körpers, selbst auf gleiche Weise an den vorderen und hinteren Rückenmarkswurzeln. Um diese Beobachtung anzustellen, muss die Nervensubstanz so frisch als möglich und von ihr jeder fremdartige, chemisch reagirende Stoff, gegen welche Dinge die Nervensubstanz überhaupt so sehr empfindlich ist (s. Müller's Archiv. I. S. 598); durchaus entfernt seyn.

Zwischen diesen beiden Arten, wie sich der Nerveninhalt in seiner wahren Natur (Tab. III. Fig. 11. u. Fig. 16.) und in seiner durch künstliche Behandlung durchaus veränderten Gestalt (Tab. III. Fig. 12. u. 14.) darstellt, giebt es manche von Verschiedenheit der Umstände abhängende Mittelformen. Es ist z. B. nicht selten der Fall, dass der ausgepresste Inhalt einer einzelnen Primitivfaser entweder längs seines ganzen Verlaufes, oder nur eine Strecke desselben, in der Mitte unverändert bleibt und nur an den Seiten den Anfang der oben genannten Veränderungen erleidet (Tab. III. Fig. 15.), eine Form, welche leicht zu genauerer Prüfung der Verhältnisse anregt. Oft hängen

einzelne grümelige Körperchen an diesen Contentis, oft wird der Verlauf derselben durch sie unterbrochen u. dgl. m.

Diesen die Natur des Inhaltes betreffenden Irrwegen steht eine andere Art von Täuschungen, welche die äussere Form der Primitivfasern angeht, durchaus zur Seite. Untersucht man ein dickeres Nervenstämmchen mit Hilfe des Compressorium's, oder ein dünneres aus wenigen Primitivfasern bestehendes ohne Anwendung jeglichen Drukkes, so erscheinen die Ränder immer durchaus geradlinig und einander parallel. Diese Bestimmtheit der genauesten ebenen Begrenzung zeigen die Primitivfasern überall von ihrem Austritte aus der harten Hirnhaut bis zu ihren letzten Enden. Werden dagegen die einzelnen Primitivfasern eines Nerven, sie mögen welchem peripherischen Theile sie wollen angehören, sie mögen frei verlaufen, einen Theil eines Plexus ausmachen oder in einem Ganglion enthalten seyn, durch das Messer oder die Nadel künstlich von einander getrennt oder isolirt, so zeigt sich jede einzelne Faser mit mehr oder minder convexen und concaven, wellenförmigen Rändern versehen, so dass sie grösstentheils ihrer Gestalt nach als varikös angesprochen zu werden vermag. Ganz dasselbe Phänomen stellt sich dar, wenn durch Druck vermittelst des Compressorium's feinste, nur aus zweien oder wenigen Primitivfasern bestehende Aestchen zum Vorschein gebracht worden sind. Doch giebt es auch hier verschiedene Uebergangsformen, deren vorzüglichste Typen ich Tab. III. Fig. 10. u. 11. möglichst naturgetreu dargestellt habe. Bald sind es auf beiden Seiten einander ganz oder theilweise entsprechende Einbiegungen des Randes, bald wahrhafte kuglige oder längliche variköse Anschwellungen, bald nur einseitige variköse Hervortreibungen, bald scheint an einer oder an beiden Seiten die Continuität der Primitivfaser unterbrochen, bald endlich die ganze Faser in eine Reihe von einzelnen, linear geordneten rundlichen oder länglichen Körperchen zerfallen zu seyn u. dgl. m.

Der Grund aller dieser Gestalten ist leicht einzusehen. Wir haben schon oben bemerkt, dass die zellgewebsfaserige Scheide, welche den Nervenstamm, die Nervenbündel, die Primitivfasern einhüllt, in gleichem Verhältnisse der Zahlen der enthaltenen Primitivfasern dünner und zarter wird, dass aber andererseits das Contentum der Nerven ein halbfester, im unverletzten Zustande sich möglichst expandirender und die Kugelform annehmender Stoff sey. Durch die künstliche Trennung der einzelnen, genau an einander liegenden Primitivfasern wird nun die zarte, in ihre feinsten Fäden leicht trennbare Scheide ungleichmässig gelöst, so dass sie ihrem Contentum den gleichmässigen Widerstand nicht mehr zu leisten vermag. In gleichem Verhältnisse, als nun nur zufällig diese an verschiedenen Puncten verschiedene Verletzung der Hülle statt gefunden, wird auch der Inhalt der Primitivfaser einen breiteren oder engeren Raum einnehmen und so die verschiedenen wellenförmigen Einbiegungen erzeugen. Die Inconstanz, so wie die durchaus willkührliche Production der Letzteren an allen peripherischen Nerven jeglicher Art zeugt schon hinreichend für ihre Zufälligkeit und ihren geringen Werth für eine wissenschaftliche Lehre der Gestaltungsverhältnisse des Nervensystemes. In der Folge werden wir noch einmal Gelegenheit haben, auf diesen Punct zurückzukommen und darzuthun, wie diese durchaus naturgemässe Ansicht durch die feinere Anatomie des Hirnes und des Rückenmarkes ebenfalls begründet wird.

Wenn durch Druck zwischen zwei Glasplatten die feinsten, aus einer einfachen oder wenigen Primitivfasern bestehenden Nervenzweige sichtbar gemacht werden, so entstehen zwar ähnlich begründete, doch äusserlich scheinbar ganz verschiedene Phänomene. Da hier die Hülle jeder einzelnen Primitivfaser schon so überaus zart ist, dass sie ihres Inhaltes beraubt im Allgemeinen dem Anblicke verschwindet und nur in höchst seltenen günstigen Fällen ihre einzelnen

Fasern, doch ebenfalls von dem umgebenden Zellgewebe kaum geschieden, erkennen lässt, da das halbflüssige Contentum jedem auf ihm lastenden, nur etwas härteren Körper, sowohl in seiner Breitendimension, als in seiner Continuität augenblicklich nachgiebt, so müssen bei jedem leiseren Drucke der angrenzenden Organtheile zunächst die Unebenheiten des Randes zum Vorschein kommen. Ihre rein zufällige Form hängt jedoch theils von der Natur der angrenzenden Theile, deren Gestalt, Consistenz und Härte, theils von der Intensität des Druckes ab, wie die Untersuchung der letzten Enden der Nerven in jedem hierfür zugänglichen Theile des Körpers in vielfachen Beispielen lehrt. Ist jedoch der Druck zu stark, so wird die Continuität des Inhaltes dadurch gestört, dass das fluidere Contentum an den einzelnen erhabeneren Stellen der umgebenden Gewebtheile völlig verdrängt wird. Daher zeigt sich dieses alsdann als eine Reihe von Körperchen, denen vermöge der Natur der Umgebung oder des Grades der Integrität der feinen Hülle, theils ihre primäre längliche Gestalt, theils die mehr runde Form alles Flüssigen, theils Mittelformen zwischen beiden eigen sind. Da man durch das von Purkinje beschriebene Compressorium die Intensität des Druckes auf das Genaueste reguliren kann, so vermag man auch alle diese verschiedenen Gestalten nach einander willkührlich zu erzeugen. Eben deshalb gehen sie auch der völligen Vernichtung der Wahrnehmung der feinsten Nervenfasern unmittelbar voran. Denn, sobald nach ihrem Erscheinen der Druck noch verstärkt wird, sieht man das flüssige Contentum heraus gleiten und die feine Hülle in ihrer Gesondertheit gewöhnlich für immer dem Auge entschwinden.

Als Endresultat dieser zwar breiten, aber auch durch die Wichtigkeit des Gegenstandes gebotenen, so ausführlichen Darstellung ergiebt es sich daher, dass der Inhalt aller Nerven ohne Unterschied durchaus gleichmässig hell, farblos, durchsichtig, halbflüssig und ohne

*

alle Spur von enthaltenen Körperchen, Kügelchen, Bläschen oder Fasern sey, und dass die Scheide der einfachsten Primitivfasern durchaus geradlinig verlaufe. Alle anderen, hier oft sichtbaren Formen sind Folgen der künstlichen Untersuchungsmethode und gehören daher nicht dem wahren Naturzustande, sondern den Vorbereitungen und Bemühungen des Beobachters an. Nach diesen leicht zu bestätigenden Erfahrungen dürfte also der Werth desjenigen, was von Vielen über den körnigen Inhalt der Nerven, die Varicositäten der Primitivfasern und was insbesondere von Berres in seiner gut gemeinten, aber fast durchaus irrthümliche Ansichten darbietenden Abhandlung über die materiellen Unterschiede der motorischen, sensiblen und specifisch sensuellen Nerven gesagt worden, von selbst erhellen.

Viele ältere und neuere Beobachter haben aus ihren Wahrnehmungen mit Recht gefolgert, dass die Primitivfasern in ihrem ganzen Verlaufe von dem Gehirn und dem Rückenmarke aus, bis zu den peripherischen Enden in den Organen nur neben einander liegen, dass aber nie eine derselben in die andere übergehe oder vielmehr, dass nie, wie dieses bei den Blutgefässen der Fall ist, ihre Höhlungen sich vielfach in einander öffnen und fortsetzen. Allein vergeblich sucht man bei Allen den einzigen vollständig genügenden Beweis dieses Satzes, der nur durch die feinste mikroskopische Untersuchung geliefert werden kann. So lange die strengste Verfolgung der singulären Primitivfasern unter ziemlich starker Vergrösserung mangelte, so lange war eine jede solche Behauptung mehr durch die Consequenz theoretischer Bestimmungen, als durch die Ergebnisse der Erfahrungen geboten, wenn auch andererseits der Irrthum der Reil'schen Untersuchungsmethode schon von selbst hinlänglich einleuchtete. Die Bemühung, auf schwarzem Grunde die einzelnen Primitivfasern unter dem Mikroskope zu trennen, wie Joh. Müller that, übersteigt, wie mir scheint, durchaus die Kräfte auch der geschicktesten Hand, sobald es

sich hier nicht darum handelt, die einzelnen Bündel von wenigen Primitivfasern von einander überhaupt zu isoliren, sondern zu bestimmen, ob eine Spur von offener Verbindung zwischen diesen feinen Gebilden existire oder nicht. Für die Entscheidung einer so subtilen Frage ist selbst der schwarze Grund bei dem zeitigen Zustande unserer Mikroskope ein unüberwindliches Hinderniss.

Schon die Untersuchung von dickeren Nervenstämmen mit Hilfe des Compressorium's lehrt, dass die Scheiden der einzelnen Primitivfasern der Nerven eng an einander liegen, und nur durch zellgewebige Fäden und die zwischen diesen enthaltenen Blutgefässzweige an einander geheftet werden. Dasselbe zeigt auch die Untersuchung der feineren und feinsten Stämme, wie ich z. B. auf Tab. II. Fig. 1. anzudeuten versucht habe. Will man sich aber davon überzeugen, dass trotz aller Verbindung und Trennung der Nerven, trotz aller Durchgänge durch Plexus und Ganglien jede Primitivfaser von ihrem Austritte aus der *dura mater* bis zu ihrem peripherischen Ende immer völlig isolirt bleibt und nur neben anderen Fasern ihres Gleichen fortläuft, so wähle man einen solchen Theil eines kleineren Thieres, welcher einerseits die ganze Verbreitung eines einzelnen Nerven enthält, andererseits so klein ist, dass er und sein Nervenstamm im Ganzen unter das Mikroskop gebracht und dort mit dem Compressorium behandelt werden kann. Hierzu eignet sich vorzüglich der obere (gerade) Augenmuskel kleinerer Thiere, wie ich z.B. unter den Säugethieren den der Maus und der Ratte, unter den Vögeln den des Sperlings und der Taube, unter den Amphibien den des Frosches und unter den Fischen den des Brachsen hierzu angewendet habe. Hier kann man von Stelle zu Stelle jedes Fäserchen von seinem ersten selbstständigen Anfange bis zu seinem eben so selbstständigen Ende verfolgen und sich mit aller Bestimmtheit einer jeden unzweifelhaften Erfahrung überzeugen, dass kein einziges derselben sich gabelförmig spalte oder überhaupt ver-

ästele, dass keines durch einen Quer- oder Seitenzweig irgend einer Art mit einem anderen sich verbinde, dass überhaupt hier die strengste Isolation und nur die genaueste Juxtaposition stattfinde. Nicht selten ereignet es sich, dass bei Verstärkung des Druckes auf Aestchen, welche wenige, leicht zählbare Primitivfasern enthalten, die einzelnen Fasern in einer kürzeren oder längeren Strecke auseinander weichen und nach einem längeren oder kürzeren Verlaufe zu ihrer naturgemässen Juxtaposition zusammentreten, wie ich z. B. auf Tab. II. Fig. 1. an mehreren Stellen angedeutet habe. Dass dieselben Resultate sich auch an jedem anderen Puncte im Wesentlichen zeigen, kann ich als das durchaus allgemeine Ergebniss meiner Untersuchungen über den peripherischen Verlauf der Nerven anführen. Allein auch hier können durch mehrere Nebenumstände, welche bei der Wichtigkeit des Gegenstandes wenigstens vollständig genannt werden müssen, sehr leicht vielfache Täuschungen entstehen.

1. Da etwas dickere Nervenstämmchen ihrer dichteren Masse wegen zu undurchsichtig sind, als dass immer die einzelnen in ihnen enthaltenen Primitivfasern genau verfolgt werden könnten, während in den dünneren ausstrahlenden Aestchen ihr Verlauf fast von selbst dem Auge sich darbietet, so scheint es sehr häufig, als ob eine nach unten gehende Primitivfaser bei ihrem Eintritte in den dickeren Nervenstamm sich mit einer oberen verbinde oder in sie hineinlaufe. Dass dieses jedoch eine blosse Täuschung sey, kann man auf mehrerlei Weise wahrnehmen. *a.* Wird das Object bei hellem Lichte nicht mit in die Tiefe schauenden Vergrösserungen, sondern mit Linsen, welche eine kurze Focaldistanz haben, betrachtet, so sieht man, dass es sich hier keinesweges um eine einzelne Primitivfaser, sondern um zwei in verschiedenen Höhen über einander liegende Fasern handelt. *b.* Wendet man, was bei jedem in dem mikrotomischen Compressorium enthaltenen Objecte sogleich geschehen kann, den Gegenstand

um, so entsteht zwar dieselbe täuschende Beobachtung, allein diejenige Primitivfaser, welche im ersteren Falle die aufnehmende zu seyn schien, erscheint jetzt als die eintretende und umgekehrt. *c.* Bei weiter fortgesetztem Drucke zeigen sich die einzelnen Primitivfasern nicht mehr über, sondern neben einander, so dass die Möglichkeit jedes ferneren Irrthums gänzlich schwindet. Doch hat man diesen Erfolg nur um so sicherer zu erwarten, je dünner das Nervenstämmchen ist, da bei dickeren Stämmen vermöge der hier dann nöthigen allzustarken Compression eher das Contentum vieler Primitivfasern ausläuft. Diese werden nun im Verhältniss zu denen, welche ihnen zunächst liegen, minder bestimmt erkennbar. Unter solchen Verhältnissen ist es daher nothwendig, dass der Druck so lange fortgesetzt werde, bis alle Primitivfasern ihr Contentum entlassen. Sobald dieses geschehen, stellt sich die Hülle einer jeden Faser in der Form von zwei genauen Parallellinien, welche durch einen hellen Zwischenraum begrenzt werden, dar. Dann aber erhellt die vollkommene Isolirtheit der Primitivfasern ebenfalls auf das Bestimmteste.

2. Der zur Darstellung der feineren und feinsten Nervenästchen anzuwendende Druck giebt auf zwiefache Weise zu leicht irre führenden Veränderungen Anlass. Denn *a.* da die feineren Nervenzweigchen in verschiedenen Höhen desselben Organtheiles über einander verlaufen und hier in den mannigfaltigsten Richtungen einander kreuzen, so kann schon von selbst bei der Betrachtung mit einfachen oder zusammengesetzten, in die Tiefe schauenden Linsen die Täuschung entstehen, als ob die einfach oder mehrfach neben einander liegenden Primitivfasern nicht unter oder über anderen, in anderer Richtung verlaufenden hinweggingen, sondern in diese sich continuirlich fortsetzten. Die genaue Verfolgung der Begrenzungslinien der Hülle mit Linsen, welche eine kurze Focaldistanz haben, entfernt hier in allen Fällen jede Spur von Zweifel oder Ungewissheit. Dieses

Verhältniss ist unter anderen z. B. bei β in Tab. II. Fig. 1. angedeutet. *b.* Wo die Primitivfasern nicht zwischen hellen Gewebetheilen, wie z. B. in den Muskeln, dem Zellgewebe, den faserig gebauten Häuten u. dgl., sondern zwischen einem etwas dunkeleren Organtheile, z. B. im Zahnsäckchen verlaufen, (doch auch oft in dickeren Portionen der ersteren Art) wird es zur Darstellung der Primitivfasern durchaus nothwendig, dass man einen möglichst starken berechneten Druck des Compressorium's anwende. Dieser erzeugt dann oft die schon erwähnte Gestalt der Primitivfasern, wodurch sie als eine Reihe kugliger oder länglicher Gebilde mit discreten Zwischenräumen erscheinen. Wird nun in einem solchen Falle die äusserst zarte, schwach lineare Begrenzung der äusseren zellgewebigen Hülle, welche an den Puncten, wo der Nerveninhalt herausgeflossen, oft gänzlich unsichtbar wird, übersehen, so entsteht sehr leicht das Trugbild einer netzförmigen Verbindung der einfachsten Nervenfasern, wie ich es in Tab. V. Fig. 33. aus dem menschlichen Zahnsäckchen augenscheinlich zu machen gesucht habe. Hat man aber die Effecte des allmälig verstärkten Druckes unter dem Mikroskope von Moment zu Moment verfolgt, oder bemüht man sich, bei recht hellem Lichte den Grenzlinien der Scheiden der Primitivfasern mit aplanatischen Ocularen genau nachzugehen, so ergiebt sich die Natur und der Grund dieser Täuschung von selbst.

In ihrem peripherischen Verlaufe durchsetzen die Nerven die sogenannten Ganglien und die Plexus. Wie sie sich innerhalb der ersteren verhalten, soll am Schlusse dieser Abhandlung betrachtet werden. Dagegen möge hier dem Verhältnisse der Primitivfasern innerhalb der Plexus eine genauere Betrachtung gegönnt seyn.

Um mit Bestimmtheit den inneren Bau der unter dem Namen der Nervenplexus bezeichneten Organtheile zu erkennen, muss man zuvörderst solche zu Objecten der Untersuchung auswählen, die ihrer Kleinheit wegen im Ganzen unter das Mikroskop gebracht werden

können. Hierzu dienen vor Allem am Besten die Verbindungen des *Nervus facialis* und *infraorbitalis* unserer kleineren Säugethiere, z. B. des Kaninchens, des Meerschweinchens, der Ratte u. dgl., oder die in der Brust und dem Unterleibe, z. B. der Taube so häufig vorkommenden Plexus, besonders der Aeste des *vagus*, des *sympathicus* und der angrenzenden *N. N. intercostales;* die Extremitätenplexus der kleineren Vögel, z. B. der Nachtigall, des Zeisigs, des Sperlings oder der Hüftenplexus an dem hinteren Ende der Unterleibshöhle der Frösche u. dgl. Hat man sich nun an diesen Theilen eine bestimmte Ansicht über die Natur des Generellen dieser Gebilde erworben, so kann man an einzelnen Stücken grösserer Plexus seine Ueberzeugung leicht noch mehr bekräftigen. Alle ein- und austretenden Nerven zeigen hier die strengste Isolirtheit und blosse Aneinanderfügung der Primitivfasern, gleich den sämmtlichen übrigen Nerven des Körpers. Die Verbindungszweige setzen sich einerseits in die austretenden Nervenfasern continuirlich fort, während sie selbst eben so ununterbrochen die Fortsetzung der Eintretenden sind. *) Allein hier tritt sehr häufig ein Verhältniss ein, welches leicht zu Irrungen Anlass geben kann. Während nämlich in den einfachen Nervenstämmen die Primitivfasern durchaus gerade neben einander verlaufen, kommen hier gewisse nothwendige Abänderungen zu Stande. Bündel mehrerer oder vieler neben einander liegender Fasern (in den Endplexus fast nur einzelne) treten aus einem Nerven heraus, um sich in einen anderen Nervenstamm zu begeben. Bei dieser Gelegenheit kommen Fasern, welche in der Mitte des ersten Nerven lagen, an der Oberfläche des zweiten oder solche, welche an der äusseren Seite eines

*) Da innerhalb der Ganglien ganz gleiche Plexus neben den einfach durchsetzenden und den sogenannten organischen Fasern vorkommen, so habe ich es für unnöthig gehalten, den Verlauf der Primitivfasern in den freien Plexus der Wirbelthiere besonders zu zeichnen.

äusseren Nerven sich befanden, auch an der äusseren oder gar an der inneren Seite eines nach innen befindlichen Nerven u. dgl. zu liegen. Hierdurch wird nun eine Wendung der Primitivfasern nothwendig bedingt, so dass obere über untere oder umgekehrt schief (nie fast wahrhaft horizontal) verlaufen. *) Um sich hier von aller Täuschung fern zu halten, ist die schon oben unter No. 1. *c.* empfohlene Methode, das Contentum der Nerven ganz herauszupressen, am zweckmässigsten in Gebrauch zu ziehen. Man sieht dann die Begrenzungslinien der Scheiden unter schiefen Winkeln einander kreuzen, überzeugt sich aber theils durch genaue Verfolgung dieser Begrenzungslinien, theils durch die Anwendung von Linsen mit sehr kurzer Focaldistanz, dass die sich kreuzenden Fasern einander nur berühren und bald dem übrigen longitudinellen Verlaufe der anderen, ursprünglichen Primitivfasern des Nerven folgen, dass sie aber auch in verschiedenen Höhen über oder unter den anderen nur hinweggehen (s. Tab. VI. Fig. 43.).

Dem in der Einleitung ausgesprochenen Plane gemäss übergehe ich hier die von van Deen, Joh. Müller, Kronenberg und mir selbst angestellten physiologischen Experimente, welche die Isolirtheit der Primitivfasern beweisen sollen oder denen vielmehr dieser Ausspruch, so wie die Wendung der Fasern innerhalb der Plexus als hinreichendes, doch seiner morphologischen Natur nach durchaus hypo-

*) Etwas Aehnliches sieht man bisweilen, wenn weiche und dickere Nerven allein gepresst werden. Durch den Druck verschieben sich oft die einzelnen Fasern, so dass man sogar leicht zu der Ueberzeugung gelangen könnte, als existire selbst in den einfachen Nerven ein Plexus von Fasern. Dadurch, dass man die letztern eine Strecke weit verfolgt oder gar fixirt und den Druck wiederum mindert, ersieht man den Grund dieser Täuschung. Die Nerven der kleineren Fische sind vor Allem geeignet, diese so leicht verleitende Erscheinung zu zeigen, obgleich, wie wir in der Folge noch sehen werden, gerade bei ihnen mehrere scheinbar einfache Nerven vorkommen, welche in ihrem Inneren eine sehr complicirte Plexusbildung besitzen.

thetisches Erklärungsmoment zum Grunde gelegt worden war, ganz und gar mit Stillschweigen.

Es ist eine bekannte und leicht zu constatirende Erfahrung, dass die Nervenstämme, sobald sie aus der *dura mater* hervortreten, bedeutend an Dicke zunehmen, dass sie dagegen verdünnt die übrigen Hüllen des Rückenmarkes und des Gehirnes durchsetzen und sich unterhalb der sogenannten *pia mater* in die Centraltheile des Nervensystemes einpflanzen. Man behauptet in der Regel, dass die harte Hirnhaut eine neue Scheide für die Nerven abgebe. Allein dieser Ausspruch ist noch durch keine genaue Beobachtung begründet; ja selbst die exacteste Forschung vermag uns weder von der Richtigkeit, noch von der Unrichtigkeit dieser Ansicht streng zu überzeugen. Die *dura mater* gehört zu den faserig gebauten Häuten, deren einzelne Fasern zwar mit denen des Zellgewebes, der Sehnen, der Aponeurosen u. dgl. isomorph oder vielmehr homöomorph sind, aber doch, sey es durch ihre innere Natur, oder durch die Eigenthümlichkeit ihrer Verstrikkung oder durch beides zugleich, das so verschiedene Aeussere der aus ihnen bestehenden Theile constituiren. Auch die Nervenscheide besteht aus ähnlichen, doch feineren und mehr wahrhaft zellgewebeartigen Fasern, welche sich zwischen die der *dura mater* ein- oder bisweilen auch nur an sie anlegen. Bei genauerer Betrachtung finden sich in der Art des Verlaufes, in ihrer Dicke und ihrer Durchsichtigkeit wesentliche Unterschiede. Aber so viel ist andererseits gewiss, dass die Scheide der Nerven, sowohl eines grösseren Stammes, als die der Bündel, als auch die der einzelnen Primitivfasern um Vieles dicker ausserhalb der *dura mater* ist, als innerhalb derselben. Ob nun diese Verstärkung eine Fortsetzung der harten Hirnhaut oder nur der coïncidirende Effect der eigenthümlichen Anordnung der Hüllen des Nervensystemes sey, dürfte sich erst dann entscheiden lassen, wenn eine wahrhaft wissenschaftliche mikrochemische Analyse, wie über so viele

Puncte, so auch über diesen Gegenstand definitiv bestimmen wird. Für jetzt, wo uns nur die äusseren Gestaltungsverhältnisse leiten müssen, kann man sich höchstens durch Wahrscheinlichkeitsgründe bewogen fühlen, zu der zweiten der oben ausgesprochenen Ansichten sich hinneigen zu wollen, obgleich auf dem Standpuncte der reinen Morphologie der ganze Zweifel mehr den Ausdruck, als die Sache selbst betrifft.

Nachdem nun die Nervenbündel, seltener schon die einzelnen Primitivfasern die übrigen Hüllen des Gehirnes und des Rückenmarkes durchsetzt haben, pflanzen sie sich nicht unmittelbar in den Centraltheil des Nervensystemes ein, sondern verlaufen eine kürzere oder längere Strecke auf demselben, ehe sie sich mit der weichen Masse des Hirnes oder Rückenmarkes verbinden. Die Hülle, welche den nervösen Centralorganen des thierischen Körpers zunächst gelegen ist, wird bekanntlich *pia mater* genannt. Fixiren wir nun ihren Begriff als den der innersten Hülle überhaupt, ohne auf die feineren histiologischen Charaktere Rücksicht zu nehmen, so besteht sie offenbar aus mehr als einem Blatte, welche sämmtlich aus faserigen Elementartheilen zusammengewebt sind. In der äussersten Lamelle oder an manchen Stellen, besonders der Basis des Gehirnes, selbst in den inneren Blättern, zeigt sich eine eigene Conformation. Es finden sich nämlich eigenthümliche, im Verhältniss zu den übrigen Fasern sehr grosse und breite (wahrscheinlich ihrer grösseren Dichtheit und Dicke wegen) schwach röthlich aussehende Fasern, welche eine kleinere oder grössere Strecke einfach verlaufen, dann aber sich gabelförmig spalten und unter einem spitzen Winkel in ihren beiden Aesten divergiren. Die Anordnung dieser Fasern, welche wohl ohne Zweifel mit den Blutgefässen in genauerem Verhältnisse stehen, ist nun von der Art, dass sowohl die vielen einfachen Stämmchen, als deren gabelig auseinandergehenden Zweige auf das Mannigfaltigste einander

kreuzen. Doch sieht man deutlich, dass ihre Kreuzungswinkel bestimmten Stellungsgesetzen entsprechen. Auf Tab. IV. Fig. 21. sind die Umrisse dieser Fasern dargestellt.

Der Durchgang der Nerven durch die sogenannte *pia mater* oder vielmehr durch die am meisten nach aussen gelegene dichteste Lamelle der inneren Hülle ist so vorbereitet, dass für jede einzelne in dem Nerven enthaltene Primitivfaser eine besondere Oeffnung sich vorfindet, welche durch brückenartige Fortsätze der *pia mater* überall begrenzt wird. Diese Letzteren entstehen dadurch, dass die einfachen Fasern der weichen Hirnhaut in äusserst schön geschwungenen Bogen um jeden einzelnen Quadranten der rundlichen Oeffnung herumgehen und sich dann meistentheils zu einem Quadranten einer zunächst gelegenen Lücke begeben. So wird ein überaus zierliches, einem Korbgeflechte nicht unähnliches Strickwerk der einfachsten Gewebetheile, welche hier, wie überall, auch in ihren kleinsten und zartesten Elementen nach den definitesten Gesetzen geordnet sind, gebildet. Um sich von der Richtigkeit dieser Beobachtung zu überzeugen, wähle man zuerst die Durchgangsstelle des fünften Nervenpaares bei dem Menschen und den Säugethieren, als den Punct, wo die Wahrnehmung dieses merkwürdigen Verhältnisses noch am leichtesten gelingt.

Unterhalb dieser äusseren und dichteren Hüllen folgen noch nach Verschiedenheit der Thiere und der Stelle des Centralnervensystemes eine oder mehrere membranöse Lagen, welche aus zellgewebigen Fasern zusammengesetzt sind. Indem die Primitivfasern der Nerven zwischen diesen, meistens, wo nicht immer einzeln hindurch gehen, zeigen sie jene eigenthümliche, bald näher zu beschreibende Form, welche sie auch bis zu ihrem effectiven Eintritte in das Innere des Hirnes und Rückenmarkes behalten. Die zellgewebigen Fasern setzen sich in das äusserst feine Zellgewebe, welches fast alle inneren Theile

des Hirnes und Rückenmarkes durchzieht, unmittelbar, wie es scheint, fort.

Wenn vor ihrem Durchgange durch die *pia mater* jede einzelne Primitivfaser der Nerven eine so dichte zellige Hülle hatte, dass ihre Begrenzungslinien im unverletzten Zustande als durchaus geradlinig, ziemlich breit und bei durchfallendem Lichte dunkel erschien, so zeigt sich bald, dass die Scheide der Nervenfasern von der Durchgangsstelle durch die *pia mater* bis zu ihrer Vereinigung mit Hirn und Rückenmark dünner und feiner geworden. Die Ränder der Primitivfasern sind hier zarter, heller und durchsichtiger; sie biegen sich an vielen Puncten schwach wellenförmig, zeigen auch, jedoch seltener (und immer nur in Folge der angewendeten künstlichen Behandlung), entweder auf einer oder auf beiden Seiten variköse Anschwellungen, welche zwar dann häufig verhältnissmässig lang, immer aber relativ sehr schmal sind und daher von dem Habitus der varikösen Hirnfäden wesentlich abweichen. Eben diese grössere Zartheit der Scheide macht es auch, dass der halbflüssige Inhalt der Primitivfasern mehr durchscheint, ohne sich jedoch so hell und klar darzustellen, als dieses in den varikösen Fäden des Gehirnes und des Rückenmarkes der Fall ist. Er hat vielmehr einen äusserst schwachen, doch bei'm Vergleiche beider Gebilde deutlich bemerkbaren Stich in das Schattigere, der sich bei durchfallendem Tageslichte meist als eine sehr geringe gelbliche Nuancirung zu erkennen giebt. Diese wahre Mittelform zwischen peripherischen Nervenfasern einerseits und varikösen Fäden andererseits ist jedoch nur unter gewissen Vorsichtsmaassregeln und nach einiger erlangten Uebung wahrzunehmen. Das Präparat muss nämlich zuvörderst so frisch als möglich seyn *), so dass die Centraltheile

---

*) Schon 24stündiges Liegen, sey es in der Luft oder in reinem Wasser oder in concentrirter Salzlösung, raubt den Centraltheilen des Nervensystemes die ihnen in

des Nervensystemes auch nicht die geringste Spur von Erweichung an sich tragen. Daher ist auch für die erste Untersuchung das Hirn und Rückenmark eben geschlachteter Thiere zu empfehlen. Um sicher taugliche Objecte zu erlangen, muss man ein solches Hirn oder Rükkenmark von allen seinen Häuten bis auf die *pia mater* sorgfältig befreien. Hierauf wird mit einer feinen, nach der Fläche gekrümmten Scheere eine Lamelle losgeschnitten, die, ohne dick zu seyn, eine oberflächliche Lage von dem Centraltheile des Nervensystemes mit hinwegnimmt, und das Ganze unter dem mikrotomischen Compressorium behandelt. Man sieht alsdann in glücklichen Fällen auf das Allerschönste, wie diese Mittelform von Fasern, besonders auf der *Medulla oblongata* und *spinalis* eine kleine Strecke verläuft und sich zuletzt erst unter einer etwas veränderten Gestalt in das Innere einsenkt.

Wie schon Ehrenberg (Poggendorff's Annalen. 1833. S. 455) und G. R. Treviranus (Beiträge zur Aufklärung der Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens. II. 1836. S. 29) bemerken, setzen sich die Primitivfasern der Nerven in die varikösen Fäden des Gehirnes und des Rückenmarkes unmittelbar fort. Von diesem durchaus wahren Satze sich bestimmt zu überzeugen, ist nicht so leicht, als es auf den ersten Augenblick scheinen dürfte. Wird nämlich ein auf die oben angegebene Art bereiteter Schnitt zu wenig gepresst, so ist das Präparat, auch wenn es möglichst dünn angefertigt worden, meistentheils viel zu dunkel, als dass dessen einzelne Theile selbst nur mit einiger Deutlichkeit erkannt zu werden vermöchten. Bei weiter fortgesetztem Drucke aber reissen in der Regel die einzelnen varikösen Fäden von der eben beschriebenen Mittelform ab, so dass zwar die

---

ganz frischem Zustande eigene, relativ sehr bedeutende Härte, welche zu diesen Wahrnehmungen, so wie zu den unten auseinanderzusetzenden Beobachtungen des Verlaufes ihrer feinsten Fasern unumgänglich nothwendig ist.

ersteren, wie die letzteren, in gleichen und einander meist entsprechenden Directionen gelegen sich darstellen, zwischen beiden aber ein Zwischenraum sich bildet, welcher grösstentheils durch Körperchen fremdartiger Natur, z. B. Blutkörperchen, die durch Zerstörung variköser Fäden sich bildenden Kugeln, dem veränderten grumös-körnigen Nerveninhalte angehörende Gebilde u. dgl. ausgefüllt wird. In sehr seltenen Fällen gelingt es jedoch in der That die Continuität vollständig zu erhalten. Auch kann man bei vorsichtigem Pressen den Moment der Trennung von der Mittelform der Nervenfaser leicht wahrnehmen. Ein gutes Lampenlicht ist für diese Beobachtungen weit geeigneter, als ein nicht ganz helles Tageslicht.

In Tab. IV. Fig. 18. habe ich es versucht, den dreifachen eben beschriebenen Charakter der Nervenfasern (in der Zeichnung konnten natürlich nur die Differenzen der Scheide unterschieden werden) anzugeben; *a* bezeichnet die Primitivfasern vor ihrem Durchgange durch die *pia mater A*, *b* die Mittelform zwischen dieser und der Fortsetzung in den varikösen Faden, und *c* endlich diesen selbst. Um dieses Verhältniss noch anschaulicher zu machen, habe ich in Fig. 18.* eine einzelne Primitivfaser in diesem ihrem dreifachen Zustande auch besonders dargestellt.

Wir sehen also, dass in dem Gehirne und dem Rückenmarke eine jede einzelne Nervenfaser durch ihre Fortsetzung, den einzelnen continuirlich mit ihr verbundenen varikösen Faden, welcher hier sich nie verästelt, repräsentirt wird. Dieser Letztere verläuft nun unmittelbar und ohne Unterbrechung oder Zertheilung bis an sein Ende, d. h. bis an seine Einpflanzung in die graue Substanz, wie man sich an den Gehirnen kleinerer Säugethiere und Vögel auf das Evidenteste zu überzeugen vermag. *) So bildet also jede Primitivfaser von der äusse-

*) Er geht, wie man besonders an feineren ganz frischen Schnitten oder nach Erhär-

ren Peripherie bis zu ihrer Einpflanzung in die graue Substanz ein vollständiges Leitungsrohr, welches aus einer nach Verschiedenheit der Stellen verschieden dichten zellgewebigen Scheide und einem gleichmässigen hellen, durchsichtigen farblosen, halbflüssigen Inhalte besteht. Da wir die Richtigkeit dieser Behauptung für die Primitivfasern der Nerven und die eigenthümliche Mittelform in dem Bereiche zwischen der *pia mater* und der Substanz der Centraltheile dargethan haben, so bleibt uns nur noch übrig, über das Wesen der varikösen Fäden selbst und die Natur der sogenannten grauen oder anders gefärbten Substanz vorläufig schon hier Einiges anzuführen.

Wie in den Nerven die einzelnen Faserbündel in früherer Zeit für einfachste Fasern ausgegeben wurden, so sind auch diejenigen Gebilde, welche die so vielfach untersuchte Hauptfaserung des Gehirnes und des Rückenmarkes bedingen, noch nicht die feinsten Elementartheile dieser Organe. Jede solche Faser, welche entweder schon mit blossem Auge oder mit Hilfe einer schwach vergrössernden Loupe wahrgenommen werden kann, besteht aus einer grösseren oder geringeren Menge von varikösen Fäden, die in durchaus bestimmten Directionen meist vielfach neben einander laufen oder einander kreuzen, oder, wie in der Folge nachgewiesen werden soll, wahre Plexus bilden. Wird eine feine, zweckmässig losgeschnittene Lamelle von dem frischen Hirne eines Menschen oder eines höheren Wirbelthieres allmälig zwischen zwei Glasplatten zusammengepresst, so sieht man zuerst eine zwar bestimmte, geradlinig oder in gewissen Bogen verlaufende Faserung, deren constituirende Elemente jedoch erst bei fernerem Drucke deutlicher werden. Es zeigen sich dann nämlich zu-

---

tung der Theile sieht, innerhalb des Rückenmarkes in ungestört longitudinaler Richtung nach oben, in dem Hirne dagegen in der Direction der ihm eigenthümlichen Ausstrahlung. Das Ausführlichere hierüber s. am Ende unserer Abhandlung.

erst an der Oberfläche oder an den dünnsten Stellen des Schnittes einzelne variköse Fäden als die Grundtheile dieser Faserung, und erst, wenn man die ganze Lamelle so dünn gedrückt hat, dass sie eine hinreichende Durchsichtigkeit besitzt, sind alle einzelnen varikösen Fäden als die Ursache dieser Faserung erkennbar. Dieses sieht man besonders schön, wie Purkinje mir zuerst gezeigt hat, in dem hinteren Marksegel des Menschen. Eben so deutlich findet man es in der inneren Oberfläche der Hemisphären der Vögel, in den strahligen Fortsätzen der meisten Gehirnnerven des Menschen und der Säugethiere, in den feinen inneren Markmembranen des Fischgehirnes u. dgl. Ueberhaupt erscheint dieses durchaus allgemeine Phänomen nur dann undeutlich, wenn die vorbereitende Präparation nicht mit gehöriger Zweckmässigkeit unternommen worden ist. Wo die Fasern in die graue oder in eine anders gefärbte Substanz sich einsenken, weichen sie oft im Ganzen strahlig auseinander, während die Elementartheile der heterogenen Nervensubstanz sich immer breiter zwischen den einzelnen Faserbündeln einlegen.

Ob nun alle varikösen Fäden, welche sich in dem Gehirne und dem Rückenmarke vorfinden, nur der Summe der in den Nerven des ganzen Körpers befindlichen Primitivfasern entsprechen, oder ob auch noch selbstständige in den Centraltheilen vorkommen, ist eine Frage, welche vielleicht mit aller nothwendigen Bestimmtheit nie wird entschieden werden können. Es leidet aber nach meinen vielfachen Beobachtungen durchaus keinen Zweifel, dass eine der Menge der peripherischen Nervenfasern entsprechende Anzahl von continuirlich mit ihnen zusammenhängenden varikösen Fäden im Gehirne und Rükkenmarke existirt, so wie ich andererseits bis jetzt noch nie bloss auf die Centraltheile beschränkte variköse Fäden wahrnehmen konnte.

An einem anderen Orte (Müll. Archiv. 1834. S. 402) habe ich es schon für den Menschen nachgewiesen, dass die varikösen Fäden an

verschiedenen Stellen des Rückenmarkes eine constante Differenz der Dicke haben. Die Vergleichung der Centraltheile der übrigen Wirbelthiere und insbesondere die genauere Beobachtung der einzelnen Hirntheile, lehrt genau dasselbe. Die Erklärung dieses Phänomenes fordert nothwendig eine möglichst genaue Untersuchung der varikösen Fäden, die um so schwieriger wird, je mehr die einzelnen constituirenden Elemente dieser Gebilde an der Grenze unseres durch Kunsthilfe noch so sehr unterstützten Sehvermögens sich befinden.

Bekanntlich ist vor einiger Zeit mit ziemlicher Lebhaftigkeit gestritten worden, ob die varikösen Fäden hohle Canäle seyen oder nicht. In der That kann dieser Punct auch, selbst nach einer mehr als oberflächlichen Betrachtung, zweifelhaft erscheinen. Die varikösen Fäden zeigen ausser der dunkeleren äusseren, sie begrenzenden Linie eine feinere, dicht an dieser und parallel mit ihr verlaufende schwächere Linie, welche vielleicht als die innere Grenze einer Wandung betrachtet werden könnte. Doch haben andererseits die genau runden oder länglichen oder geschwänzten Kugeln, welche unter den Augen des Beobachters durch Zerstörung der varikösen Fäden entstehen, dieselbe innere feine Linie. Auch zeigt der ausgepresste Inhalt der Nerven, wenn er nicht zu einer grumösen Masse gerinnt, sondern ölig und hell bleibt, genau dasselbe Phänomen. Da in den beiden letzteren Fällen kaum an die Existenz einer selbstständigen und durchaus nicht an die einer regelmässig gebildeten Wandung gedacht werden kann, so vermag man aus diesem Grunde keinen Beweis für die Annahme einer Hülle der varikösen Fäden zu entnehmen. Hier entscheidet ein anderer, wenn auch höchst selten vorkommender, doch bestimmt beobachteter Fall, nämlich der, dass unter günstigen Umständen bei starkem Pressen der varikösen Fäden der Inhalt derselben (der sich bisweilen, wie auch Ehrenberg schon sah, durch Modification des Druckes hin und herschieben lässt) her-

vortritt und seiner halbflüssigen Natur gemäss, sobald er selbst in Freiheit gesetzt, Fäden bildet, Varikositäten in diesen darstellt und gleich den Kugeln und dem verwandten hellen Nerveninhalte die doppelten Ränder zeigt, dass aber ausserdem zwei äusserst feine und sehr leicht zu übersehende Linien übrig bleiben, welche die leere Scheide bezeichnen. Diese befindet sich immer an dem Orte, wo der variköse Faden früher gelegen, während der Inhalt seinen Platz gewechselt hat. Der doppelte Rand dagegen, welcher an dem Inhalte der Nerven und der varikösen Fäden, so wie an den durch Zerstörung der letzteren entstehenden Kugeln bemerkt werden kann, ist eine wahrscheinlich durch die Natur der Masse bedingte optische Erscheinung, welche wenigstens ein gewissermaassen entgegengesetzt analoges Phänomen an dem durch Inflexion des Lichtes erscheinenden, jederseits doppelten Rande feiner Spinnwebefäden, welche in hellem Lichte sich befinden, hat. *) Dass übrigens jeder variköse Faden aus einer überaus feinen zellgewebigen Scheide und dem fluiden hellen, körner- und farblosen, gleichmässigen Nerveninhalte besteht, erklärt auch das längst bekannte, schon mit blossem Auge wahrnehmbare Phänomen, dass jeder durch die weisse Substanz des Hirnes und des Rückenmarkes künstlich geführte Schnitt bald auf seiner Oberfläche wie von einer feinen, glatten Membran begrenzt erscheint. Auch die verhältnissmässig nicht unbedeutende Härte des ganz frischen Hirnes und Rückenmarkes findet hierin ihren hinreichenden Grund. Dass auch die geringste Spur eines

---

*) Jeder ölige Stoff zeigt in sehr feinen Fäden, oder in kleinen Kugeln, oder in dünnen Schichten dieselbe Erscheinung, die nur um so schwerer bemerkbar ist, je weniger das Oel selbst das Licht hindurch lässt, und je mehr es daher eine gelbliche oder röthliche Farbe annimmt. Wir werden bald sehen, dass ein grosser Theil der sogenannten Pigmentphänomene auf ganz analogen Erscheinungen beruhen und dass das Ganze in dem einfachen rein physikalischen Phänomene des Lichtbrechungsvermögens seinen Grund hat.

Eingriffes durch Maceration hier, wie in jedem anderen zellgewebigen Gebilde, die Tension bedeutend vermindere, ist allgemein bekannt.

Auch die sogenannte graue, gelbe und schwarze Substanz wird von einem ähnlichen zellgewebigen Wesen gänzlich durchzogen. Ueberhaupt ist gerade die feinere Structur dieser Theile, welche die grössten und interessantesten Verschiedenheiten darbieten, aus den bis jetzt veröffentlichten Beobachtungen noch so gut als gar nicht bekannt. Einige Bemerkungen hierüber werden später noch geliefert werden. Nur so viel sey mir hier schon anzuführen erlaubt, dass ausser den verschiedensten kugligen und anders geformten Gebilden die Farben-Nüancen oft durch eigenthümliche Pigmentablagerungen bedingt werden. Eine der interessantesten Formen der Art ist die, wo eigenthümliche Nester von Pigmentmassen, wie wir sie auch weiter unten aus den Ganglien beschreiben werden, zwischen den übrigen feinsten Elementartheilen zerstreut sich vorfinden. *) Die Kugeln

*) Es gehört unstreitig zu den merkwürdigsten Factis, dass in und an dem Gehirne und dem Rückenmarke allgemein, wie es scheint, in der Thierwelt Pigment und die diesem so innig verwandte Fettbildung vorkommt, ja dass in analogen Theilen verschiedener Thiere die Letztere das Erstere offenbar ersetzt. Das Pigment bleibt überall seinem allgemeinen Charakter getreu, d. h. nie finden sich bloss isolirte Pigmentkügelchen, — welche wahrscheinlich an und für sich nichts weniger als undurchsichtig sind, sondern ihrer ungemeinen Kleinheit wegen nur dunkel erscheinen und daher unter sehr starker Vergrösserung sich schon braun und halbdurchsichtig darstellen, — sondern eine bedeutende Zahl solcher Pigmentkörperchen umgiebt ein rundes, seltener ein rundliches oder längliches, viel grösseres helles Bläschen. Beide Gebilde habe ich schon früher (Handbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen. 1835. 8. S. 194) in der Aderhaut des Auges unter dem Namen der Pigmentbläschen und der Pigmentkügelchen unterschieden. Sie finden sich sowohl, wo das Pigment rundliche oder längliche Flecke bildet, als auch da, wo es die äussere Form eines Netzwerkes hat, in welchem Falle dann von Stelle zu Stelle innerhalb der Pigmentlinien die Bläschen zum Vorschein kom-

selbst sind nicht bloss an den verschiedenen Stellen der grauen Substanz, sondern auch da, wo diese in die Faserstrahlen der weissen sich einlegt, durchaus eigenthümlich und charakteristisch.

Bei dieser Gelegenheit mögen auch einige andere in dem Gehirne und dem Rückenmarke enthaltene Theile einer kurzen Revision unterworfen werden. Zuvörderst hat Purkinje gefunden, dass die innerste Oberfläche der Ventrikel im durchaus normalen Zustande von einem öligen Stoffe überzogen wird, welcher aus einzelnen grossen durchsichtigen und frei neben einander liegenden Kugeln besteht.

---

men, sobald das Object stärker gepresst wird (s. Tab. IV. Fig. 22.). Nur in sehr seltenen Fällen, wie z. B. an den Blutgefässen des Blutegels, in melanotischen Drüsen u. dgl. konnte ich die zum Grunde liegenden Pigmentbläschen noch nicht deutlich wahrnehmen; dagegen finden sie sich nicht bloss in den schwarzen, sondern auch in den rothen, violetten, gelben und blauen Pigmenten der Wirbelthiere, des Krebses u. dgl.

Die graue Substanz des Gehirnes der Wirbelthiere enthält in sich einzelne Pigmentformationen, während das Hirn der Wirbellosen von aussen von Pigment, wie bei'm Blutegel, oder von dem dafür vicariirenden Fette, wie bei *Blatta orientalis*, umgeben wird. Beide so oft in der Thierwelt für einander eintretende Formationen finden sich neben einander in der das Gehirn der Fische einhüllenden sulzigen Masse, welche fast immer Fett (in faserigen Zellgewebecysten eingeschlossene Oeltropfen), gelbes oder röthliches öliges Pigment und braune Pigmentkügelchen enthält. Diese innige Verwandtschaft des Fettes und des Pigmentes beruht übrigens auf der Uridentität beider Gebilde. Die sogenannten Pigmentkügelchen erscheinen nur als solche wegen ihrer Kleinheit und ihrer eigenthümlichen Lichtbrechung. Ihrem Wesen nach sind sie, wie das sogenannte Fett, durch zarte Hüllen begrenzte Tröpfchen von Oel oder einem diesem verwandten Stoffe.

Dass auch die Hüllen der Centraltheile der Wirbelthiere zu regelmässigen Pigmentformationen geneigt sind, zeigt die *pia mater*, besonders in ihrem Cervicaltheile, wo sie einen schon mit blossem Auge erkennbaren schwärzlichen Schimmer hat und unter dem Mikroskope die schönsten Pigmentramificationen darbietet, wie ich sie Tab. IV. Fig. 22. anzudeuten versucht habe. Dasselbe gilt auch von älteren Individuen der Säugethiere und der Vögel.

Eine ähnliche Masse findet sich nach ihm auch in dem *ventriculus septi*, welcher am besten so zu dieser Untersuchung vorbereitet wird, dass man einen perpendiculären Schnitt auf die Art durch den Schädel selbst führt, dass das Hirn in der Longitudinalrichtung des *septum pellucidum* quer getrennt wird. Seine beiden Lamellen erscheinen dann als mehr oder minder mit einander convergirende Leisten, zwischen denen sich die aus den eben beschriebenen Theilen bestehende etwas zähe Flüssigkeit befindet. Die Lücke des *sinus rhomboidalis* der Vögel enthält ebenfalls eine gelatinöse Masse, welche aus grossen dicht bei einander liegenden Kugeln besteht. Diese sind jedoch hier nicht frei, sondern in eigenen Zellgewebecysten eingeschlossen. Ich habe sie besonders in der Taube, dem Sperlinge, dem Zeisig, der Nachtigall u. dgl. zu untersuchen Gelegenheit gehabt.

Die sogenannten *plexus choroidei* aller Ventrikel bestehen aus Gefässramificationen (Tab. IV. Fig. 23. 23.* 23.** Fig. 24.), welche von einem eigenthümlichen höchst merkwürdigen Epithelium, das Purkinje zuerst bei'm Kalbe gesehen hat und welches ich selbst später bei dem Menschen, dem Kalbe, dem Schaafe, dem Meerschweinchen, der Gans, der Taube u. dgl. beobachtet habe, umkleidet wird. Diese scheinbar so einfache Membran, deren feinerer Bau aus dem Schaafe in Tab. IV. Fig. 23. und aus dem Menschen in Tab. IV. Fig. 24. gezeichnet ist, bildet äusserst zierliche, im Wasser frei flottirende Zotten oder Flöckchen, welche bei den genannten Thieren den Falten einer Busenkrause nicht ganz unähnlich sind, bei der Taube dagegen z. B. eine mehr freie Ramification, ähnlich den Zotten des Chorion, besitzen. Ein jedes dieser Zöttchen enthält die Umbiegungsschlinge eines oder mehrerer Blutgefässe (Tab. IV. Fig. 23.* und Fig. 23.**). Diese aber liegen nicht frei, sondern sie selbst sowohl, als die sie vereinende körnige Membran werden von einem sehr feinen und durch-

sichtigen Epithelium *) bekleidet, dessen einzelne Kugeln die regelmässigste sechsseitige Zellenbegrenzung haben und selbst durchaus

*) Die Epithelien, deren Dünne so sehr oft die genauere Wahrnehmung ihrer feineren Structurverhältnisse fast gänzlich hindert, zeigen nach den bisherigen Beobachtungen folgende Formen: 1) *Epithelium simplex lamellosum.* Durchsichtig, farblos, sehr zart, ohne deutlich wahrnehmbare innere Bestandtheile. *a. Continuum.* Nur künstlich oder durch Maceration in einzelnen Stücken trennbar. Auf der Schleimhaut des Schlundes, des Darmes, der Harnblase u. dgl. Im Magen und dem Dünndarme der Krebse wird es von Haaren, Haarbüscheln, Stacheln und Zähnchen, in dem vieler Insecten, Crustaceen u. s. w. wird es von Hornleisten durchsetzt oder bedeckt hier oft auch diese Letzteren. *b. Squamosum.* In einzelnen Schuppen, welche meist auch an grösseren continuirlichen Stücken schon wahrnehmbar sind und sich mehr oder minder den hornstoffartigen Gebilden verwandt zeigen. Hierher gehört das Epithelium des Mundes und der Zunge, dessen Blättchen, so wie die eigenthümlichen Behälter gleicher oder vielmehr nur der Gestalt nach ähnlicher Natur, einen *nucleus* enthaltender Blättchen von Serres und vorzüglich von Purkinje genauer untersucht und beschrieben worden sind. 2) *E. compositum cellulosum.* Kugeln in Form sechsseitiger Zellen, welche regelmässig an einander liegen, vollkommen durchsichtig sind und, wie es scheint, keinen (?) *nucleus* enthalten. Diese merkwürdige Epitheliumform fand ich auf der äussersten Oberfläche der Gefässhaut der sogenannten Gehörblätter im inneren Ohre der Gans. Beiläufig gesagt besteht diese Membran, wie Windischmann und Huschke richtig angeben, aus einer Menge verhältnissmässig grosser Blutgefässstämme, deren Hauptzweige in einer die Längenaxe der Gehörknorpel transversal schneidenden Richtung verlaufen und so die Falten dieses merkwürdigen Organtheiles erzeugen. Ausser dem Epithelium, welches die Gefässe einhüllt, werden diese selbst durch eine aus grossen Kugeln zusammengesetzte Haut mit einander verbunden. 3) *E. compositum celluloso-nucleatum* und zwar *a. decolor.* Die oben beschriebene Form aus dem *plexus choroideus* der Säugethiere und *b. coloratum.* Dieselbe Bildung aus dem Menschen, vielen Vögeln u. dgl. Endlich 4) *E. compositum vibratorium.* Das Flimmer-Epithelium, welches auf seiner Oberfläche mit den vibrirenden Härchen besetzt ist, und dessen feineren Bau Purkinje und ich (*Nova Acta Ac. C. L. C. Vol. XVII. P. II.*) dargestellt haben. Die fernere Untersuchung der Epitheliumformationen, welche keiner der inneren freien Häute des Körpers zu fehlen scheinen, dürfte noch manche andere interessante Bildung kennen lehren. Nur liegt es leider zur Zeit nicht immer in der Will-

farblos und durchsichtig sind. Jede von ihnen enthält aber in ihrer Mitte im Inneren einen dunkelen, runden Kern, eine Formation, welche an den im Pflanzenreiche vorkommenden *nucleus* in den Zellen der Epidermis, des Pistilles u. dgl. erinnert. In dem Menschen, dessen *plexus choroidei* schon dem blossen Auge eine mehr schwärzliche oder dunkelere Färbung zeigen, hat das Epithelium selbst zwar dieselbe Formation, wie wir eben beschrieben haben, allein die Mitte einer jeden Zelle enthält, dem Centralpuncte der Stelle des *nucleus* im Innern entsprechend, von aussen ein rundes Pigmentkügelchen (Tab. IV. Fig. 24.). Gleiche Pigmentkügelchen, nur nicht so regelmässig gelagert, finden sich auch bei den meisten Vögeln, weshalb die hier eben so bestimmt existirenden, zellenförmigen, mehr zugerundeten Kugeln schwieriger wahrgenommen werden. Im ganz unverletzten Zustande des Objectes zeigen sowohl die Zellen, als auch insbesondere die aussen haftenden Pigmentkügelchen eine Anordnung, wie die Pflanzenzellen im Allgemeinen und besonders in den ersten Formationsstadien des Blattes, d. h. eine den strengsten Gesetzen in der Fläche projicirter Spirallinien entsprechende Stellung. Die Zöttchen selbst haben auch ihre speciellen Eigenthümlichkeiten nach Verschiedenheit des Ortes, welchem sie angehören, so dass zur vollständigsten Erörterung dieses einzelnen, scheinbar so geringfügigen Gegenstandes kaum die Zeit eines menschlichen Lebens hinreichen würde. Für die erste genauere Untersuchung ist vorzüglich der *plexus choroideus* des vierten Ventrikels des Menschen und der Säugethiere zu empfehlen.

---

kühr des Beobachters, den feineren Bau dieser höchst dünnen und überaus durchsichtigen Gebilde, welche an die darunter liegenden dunkeleren Theile genau geheftet sind, bestimmt zu beobachten. Selbst an den schon sorgfältiger untersuchten Epithelien hängt Vieles von zufälligen, günstigen Verhältnissen ab.

Der in der Zirbeldrüse des Menschen vorkommende Hirnsand besteht aus einer Menge einzelner zerstreuter Concretionen, welche innerhalb der grauen, sehr fein granulirten Substanz dieses Organes enthalten sind. Sie haben ein offenbar krystallinisches Gefüge, scheinen jedoch nur äusserst selten (vielleicht nie wahrhaft selbstständig) auszukrystallisiren. Zuvörderst finden sich hier einzelne runde Kugeln, welche auf ihrer Oberfläche eine deutliche, strahlig aus einander laufende Structur zeigen (Tab. IV. Fig. 25. *d.*). Meistentheils sind mehrere oder viele solcher Kugeln mit einander verschmolzen (Tab. IV. Fig. 25. *b.*) und bilden so ein grösseres, schon mit freiem Auge wahrnehmbares Conglomerat. Werden diese undurchsichtigen Gebilde der genaueren Betrachtung ihrer Structur wegen mit aplanatischen Ocularen untersucht, so zeigt sich nicht selten eine geradlinige Begrenzung derselben, so dass man bei oberflächlicher Betrachtung verleitet werden könnte, auf ausgebildete Krystalle zu schliessen (Tab. IV. Fig. 25. *f.*). Allein dieser Schein ist bloss die Folge der Eigenthümlichkeit der aplanatischen Oculare, welche immer nur eine sehr kleine Fläche des Objectrandes zeigen, — eine Täuschung, auf die wir weiter unten bei Darstellung der Structurverhältnisse des sogenannten Ganglienstranges der Wirbellosen wiederum zurückkommen werden. Wahrhaft auskrystallisirte Theile habe ich in dem Hirnsande nur zweimal wahrgenommen. Diese waren jedoch nicht frei, sondern auf der Oberfläche einzelner Kugeln aufgewachsen. Sie hatten hier die Form von kleinen quadratischen Säulen (Tab. III. Fig. 25. *e.*). Eine analoge Erfahrung machte ich auch an den ihrem Wesen nach ähnlichen Concretionen des Zahnsäckchens bei dem Schaafe, wo ich das eine mal eine isolirte quadratische Tafel vorfand. Diese vereinzelten Wahrnehmungen, deren genauere Bestimmung der Zukunft überlassen bleibt, sind aber deshalb so merkwürdig, weil die hier genannte Krystallisationsform dem regulären Systeme angehört, während alle übrigen bis jetzt

beobachteten Krystallgestalten innerhalb des lebenden organischen Körpers aus dem rhombischen Systeme stammen. *)

*) Die Krystalle im Ohre aller vier Wirbelthierclassen sind nach Huschke, Ehrenberg, Wagner, Carus und mir rhombische Kalkspathsäulchen, deren Grösse im Allgemeinen in jeder Thierart bestimmt ist. Dasselbe gilt auch von den bei Amphibien und Säugethieren an den Hüllen der Centraltheile des Nervensystemes wahrgenommenen Krystallen. Die von Ehrenberg zuerst beschriebenen krystallinischen Formationen aus der Bauchhaut, der Iris u. dgl., der Fische, sind wohl kaum im strengsten Sinne des Wortes als deutlich ausgebildete Krystalle (ungefähr, wie es bei den im Aeusseren ihnen ähnlichen Rhaphiden der Pflanzen in der That der Fall ist) anzusprechen. Es sind vielmehr, wie es scheint, geradlinig begrenzte, äusserst feine Blättchen, welche nicht durch ein besonderes Pigment oder durch eine eigenthümliche Färbung die Coloration hervorbringen, sondern einzig und allein durch ihre ungemeine Dünnheit den prachtvollen weissen oder irisirenden Glanz (je nach Verschiedenheit ihrer Anordnung und ihrer Menge) durch Lichtreflex und durch epoptische Farben, also auf rein physikalischem Wege erzeugen. Wenn diese feinen Lamellen wegen ihres so sehr geringen Raum-Inhaltes nur bei hellem Tageslichte, aber auch dann auf das Deutlichste und Prachtvollste ihre Irisation zeigen, so giebt sich dieses bei einem anderen analogen Phänomene noch leichter und schöner zu erkennen. Das *Tapetum* im Auge unserer Haussäugethiere lässt sich, besonders an schwach macerirten Objecten leicht als eine besondere Membran von der Aderhaut trennen. Unter dem Mikroskope zeigt es sich nun, dass diese Haut aus so dünnen sehnigen Fasern besteht, als vielleicht in keiner anderen faserigen Membran sich vorfinden. Sogar die scheinbar einfachsten Fasern enthalten, wie die möglichst stärkste Vergrösserung nachweist, noch viele neben einander liegende feine Fäden. Diese irisiren nun, auch bei minder hellem Lichte, in den mannigfachsten Farben, meist roth, violett und gelb. Die Farben-Nüancen hängen von dieser ihrer Eigenschaft der äussersten Dünnheit ab, so wie andererseits die überaus glatte Oberfläche dieser an sich ungefärbten Fasern (was auch bei den krystallinischen Blättchen der Fische der Fall ist) das Licht kräftig zurückwirft, ein Umstand, durch welchen der metallische, silberähnliche Glanz ihrer Ansammlung erzeugt wird. Ueberhaupt dürften sich wohl alle scheinbar eigenthümlichen Pigmente in dem organischen Körper aus ähnlichen physikalischen Erscheinungen hinreichend erklären lassen.

Wie leicht es sey, entschieden nichtkrystallinische Gebilde mit wahren feinen Krystallen auf den ersten Blick zu verwechseln, kann man aus Folgendem ersehen.

*

Schlüsslich will ich noch eine von Purkinje zuerst gemachte Beobachtung hier erwähnen, dass nämlich bei den gehörnten Säugethieren, deren Kopf also bedeutende Erschütterungen aushalten muss, die *pia mater* eine überaus grosse Derbheit und Festigkeit erlangt. (Nur auf dem kleinen Gehirne und in dessen nächster Umgebung ist dieses nicht der Fall, weil hier das *tentorium cerebelli osseum* hinlänglich zu schützen scheint.) Die Zirbel selbst wird hier mit sehnigen Fasern, denen der *pia mater* ähnlich, gänzlich durchwebt, so dass sie eben hierdurch einen schon dem äusseren Gefühle nach wahrnehmbaren hohen Grad von Festigkeit erhält. Doch scheint dieses ganze Verhältniss erst im vorgerückteren Lebensalter die höchste Stufe seiner Vollendung zu erreichen.

Es könnte vielleicht mit Recht auffallen, dass wir bei dieser ganzen Darstellung des feineren Baues der Nerven von keiner Gestalt-Differenz der sensiblen und motorischen Primitivfasern (von den sogenannten organischen Fasern soll weiter unten die Rede seyn) gesprochen haben, besonders da in neuester Zeit Berres einen solchen wahrgenommen haben will. Wer genau unserer Auseinandersetzung gefolgt ist, wird von selbst schon einsehen, dass wir nach unseren nicht zu dürftigen und oberflächlichen Untersuchungen nie so glücklich waren, etwas der Art wahrzunehmen. Was der eben genannte

---

Die Jacobs'sche Membran, deren feineren Bau ich an einem andern Orte ausführlicher dargestellt habe, zerfällt bei dem Frosche sehr leicht in ihre einzelnen kleinen Fasern. Diese, welche nicht im Entferntesten mit Krystallen zu vergleichen sind, zeigen auf den ersten Anblick mit den für Krystalle gehaltenen Theilchen der Fische die auffallendste Aehnlichkeit. Der Umstand, dass alle diese Gebilde ganz gerade und parallele Seitenlinien haben, führt leicht zu diesem Ausspruche, der durch die genauere Wahrnehmung der halbkreisförmigen oder rundlichen, oder wenigstens nicht ganz geraden Endflächen, so wie der unter manchen Verhältnissen in ihnen enthaltenen *nuclei* und ihnen aufliegenden Körperchen völlig widerlegt wird.

Naturforscher hierüber angegeben, gehört in die Reihe der vielfachen Täuschungen, aus denen seine Arbeit fast ganz zusammengesetzt ist. Denn offenbar ist er bei seinen Beobachtungen nicht einmal bis zu dem wahren Inhalte der Primitivfasern vorgedrungen, hat oberflächliche und äussere Gebilde, besonders das Zellgewebe der Scheide, oder gar fremdartige Theile, als Blutkörperchen, Pigment und Fettkügelchen u. dgl. für integrirende Partikeln der Nervensubstanz angesehen, und zu seinen Untersuchungen bloss menschliche Leichen angewandt, welche in beginnender Fäulniss sich befanden und deren Nervenmassen das Wahre nicht mehr zeigen konnten. Wer diesen, wie jeden strittigen Punct in der Naturwissenschaft wahrhaft, d. h. durch Vergleichung der Natur selbst prüfen wird, der dürfte bald die Ueberzeugung gewinnen, dass dieses scheinbar harte Urtheil aus reiner Liebe zur Wahrheit, die unendlich hoch über jedem einzelnen Menschen und jedem besonderen Zeitalter steht, nicht aber aus kleinlichen egoistischen Rücksichten hervorgegangen ist.

Gäbe es einen leicht wahrnehmbaren materiellen Unterschied der sensiblen und motorischen Nervenfasern, den auch Ehrenberg und Joh. Müller schon vergeblich gesucht haben, so müsste er auch an den verschiedenartigen varikösen Fäden des Gehirnes und des Rükkenmarkes, als den unmittelbaren Fortsetzungen der Primitivfasern der Nerven existiren. Auch hier habe ich nichts der Art wahrnehmen können, da in dieser Rücksicht selbst die verschiedenartigen Durchmesserverhältnisse den mehr als ein Individuum und ein Thier untersuchenden Forscher verlassen. Es scheint also nur, dass vielleicht in Zukunft ein glücklicher Beobachter durch chemische oder physikalische Experimente, die ich freilich auch schon, jedoch ohne Erfolg, zum Theil versucht habe, dieses Desiderat ausfüllen werde. Bei der grossen Empfindlichkeit der Nervensubstanz gegen jeden fremdartigen Eingriff dürfte aber auch diese Aufgabe nicht leicht zu lösen seyn und grössten-

theils vielleicht, wie die meisten Entdeckungen, von der Gunst eines halbberechneten Zufalles abhängen.

Dagegen zeigen offenbar die Nerven, unter einander selbst verglichen, besonders in der Nähe der Centraltheile, viele wesentliche Unterschiede, welche jedoch in jeder Thierart und jedem Alter durchaus eigenthümlich sind, und daher in einer allgemeinen Betrachtung des peripherischen Nervensystemes nicht ausführlich dargestellt werden können. Hier mögen also nur einige Andeutungen aus dem Menschen einen Platz finden. Der Geruchsnerve hat fast längs seines ganzen Verlaufes innerhalb der Schädelhöhle eine überaus feine und zarte parallele Faserung, deren Elemente dicht neben einander liegende und in einer Richtung verlaufende variköse Fäden constituiren; wie ich auch Tab. III. Fig. 19. gezeichnet habe. Ganz entgegengesetzt verhält sich der Sehnerve. Ausserdem, dass er von einer sehr dichten, aus Fasern gewebten Scheide umschlossen wird, zerfällt er selbst in eine Menge eng bei einander liegender, schon mit blossem Auge sichtbarer Bündel, welche aus einer ziemlich starken (obwohl in Rücksicht der den ganzen Nerven einschliessenden Hülle viel dünneren) zellgewebigen Scheide und den enthaltenen feinen Nerven-Primitivfasern besteht. Dieser eigenthümliche Bau, welcher bei keinem anderen Hirn- oder Rückenmarksnerven vorkömmt, erstreckt sich bis nahe an das Chiasma. Die Eintrittsstelle des fünften Nervenpaares in das Hirn ist besonders deutlich marquirt, wie wir schon oben zu bemerken Gelegenheit hatten. Dieses, der *N. facialis* und der *acusticus* zeichnen sich auch, sobald sie durch die *dura mater* getreten, durch eine besondere Zartheit ihrer Nervenfasern aus, während die übrigen Hirnnerven des Menschen in diesem Puncte mehr mit den Rückenmarksnerven übereinstimmen.

Nachdem wir nun so den feineren Bau der Nerven und deren Eintritt in die Centralmassen darzustellen uns bemüht haben, liegt

uns zunächst ob, die Enden der Nerven in den einzelnen Organen und Geweben zu verfolgen. Diese Aufgabe, welche mit Recht zu den wichtigsten Desideraten der Wissenschaft gerechnet worden ist, gehört allerdings zu denjenigen Puncten der feineren Anatomie, über die man mit Vollständigkeit gar nichts wahrgenommen hatte und welche daher von hypothesirenden Philosophen und Aerzten nur zu leicht und nur zu oft zur Ausschmückung ihrer Phantasiegebilde gemissbraucht wurde. Die Blutgefässe, so wie die Verzweigungen des Lymphgefässsystemes können leicht mit erstarrenden oder halbfesten Massen angefüllt, auf diese Weise sichtbar gemacht und sogar in zweckmässigen Präparaten anfbewahrt werden. Und wie Vieles ist dessen ungeachtet nicht von den Enden der Blut- und den Anfängen der Lymphgefässe geträumt worden! Um wie viel mehr musste dieses bei den Nerven der Fall seyn, wo kein einziges der genannten Hilfsmittel in Anwendung gebracht werden konnte.

Soll aber eine Untersuchung der letzten Enden der Nerven von gediegenem und bleibendem wissenschaftlichem Werthe seyn, so vermag sie sich nur dann diese Dignität anzueignen, wenn sie den Endverlauf der einzelnen Primitivfasern sorgfältig verfolgt. Ohne aber die Leistungen unserer Vorgänger ungebührlich zu verkleinern, müssen wir doch offen bekennen, dass noch niemand, so viel wir wissen, diese Aufgabe vollständig gelöst hat. Rudolphi spricht nur von den Nervenbündeln, welche in der Zunge zu Plexus anastomosiren. Prevost und Dumas sagen zwar (Magendie *Journ. de Physiol. Tom. III. p. 322*), dass die Nerven entweder mit Aesten desselben oder eines fremden Stammes zuletzt anastomosiren; allein aus ihrer ganzen Darstellung erhellt dem kundigen Leser deutlich genug, dass sie nur bis zu den bald zu nennenden Endplexus, nicht aber bis zu den Umbiegungsschlingen der einfachsten Primitivfasern gelangt sind. Rudolph Wagner kam trotz aller angewandten Mühe zu keinem ent-

scheidenden Resultate. In der That sind auch bei dieser äusserst difficilen, aber dafür auch lohnenden Untersuchung zwei Hilfsmittel, ohne welche keine Resultate zu gewinnen sind, durchaus unentbehrlich, nämlich 1) ein Compressorium, durch welches man die Intensität des Druckes willkührlich berechnen kann, und 2) aplanatische Oculare, mit deren Hilfe man in jedem Augenblicke zu bestimmen vermag, in welcher Höhe sich ein Theil des betrachteten Gegenstandes befindet.

Um die letzten Enden der Nerven in einem ganz frischen Organtheile zu beobachten, muss man eine dünne Lamelle desselben in dem Compressorium unter das Mikroskop bringen und sich zuvörderst die dicksten in ihr enthaltenen Nervenstämmchen aufsuchen. Hier sieht man in der Regel auch schon die feineren unmittelbar abgehenden Zweige von selbst. Allein diese verschwinden bald innerhalb des Parenchymes dem Auge des Beobachters. Nun wird der Druck des Compressorium's allmälig angewendet. Hierdurch zeigt sich der weitere Verlauf der feineren und feinsten Aeste bis zu den Umbiegungsschlingen der Primitivfasern. Es erfodert in der That keinen geringen Grad von Uebung, um immer das nöthige Maass des Druckes anwenden zu können; denn ist dieser auch nur um ein Minimum zu sehr verstärkt, so reissen die zarten Hüllen der feineren und feinsten Primitivfasern, entleeren ihren durchsichtigen, halbflüssigen Inhalt, fallen zusammen und werden in ihrem ferneren Verlaufe für immer unkenntlich. Ja innerhalb des Parenchymes sind selbst die Ueberreste der zellgewebigen Scheide nicht einmal wahrzunehmen. Eben dieses ist auch der Grund, weshalb die Nervenfasern sich unter dieser künstlichen Behandlung so oft varikös zeigen, weshalb sie oft aus kleinen linear geordneten, von einander abstehenden Körperchen zusammengesetzt zu sein scheinen und weshalb endlich eine einzelne Primitivfaser plötzlich aufhört, — lauter Phänomene, welche sich aus dem was wir schon oben über die Natur der Primitivfasern ausführlich dargestellt haben,

hinreichend erklären. Ist andererseits der Druck zu schwach, so werden die Primitivfasern nur zu leicht von dem dichteren und minder durchsichtigen Parenchym verborgen oder wenigstens unscheinbar gemacht. Beide Momente waren es auch, welche selbst die gründlichsten und sorgfältigsten Forscher zu der mit keinem vollkommen deutlichen Begriffe vereinbaren Annahme, dass die Nerven zuletzt mit dem Parenchym der Organe verschmelzen, bewogen haben.

Manche Theile sind nun von der Art, dass die gesammte oder theilweise Endverzweigung der Primitivfasern ihrer Nerven bei einem gewissen Grade des Druckes auf ein mal wahrgenommen werden kann, obgleich immer die verschiedenen Verzweigungen in verschiedenen Ebenen oder Höhen sich befinden. In manchen dagegen muss man den Druck in bestimmten Momenten fixiren und in jedem derselben den Verlauf der Primitivfasern sorgfältig betrachten. Hier ist es auch, wo die Nothwendigkeit des Gebrauches aplanatischer Oculare, um einerseits nur eine einzelne Ebene wahrzunehmen, andererseits ein deutliches Maass für die Höhe der zu betrachtenden Primitivfasern zu erhalten, zuerst eintritt. Jene sind aber deshalb äusserst wesentlich, weil die Nervenfasern in verschiedenen Höhen der dünneren Lamellen selbst einander kreuzen. Vermöge des angewendeten Druckes kommen sie einander noch näher und es ist daher der Irrthum, als ob übereinander hinweglaufende Stämmchen und Fasern sich mit einander verbänden, nur dadurch zu vermeiden, dass man mittelst aplanatischer Oculare auch die geringsten Höhendifferenzen auf das Genaueste zu bestimmen sucht. Für sehr starke Vergrösserungen, welche bei der Kürze ihrer Focaldistanz sonst denselben Dienst zu leisten vermögen, ist der bei weitem grösste Theil der Parenchymmassen viel zu dunkel.

Die allgemeinen hier sich zeigenden Gesetze sind nun folgende: Die in einen Theil eintretenden Nervenstämmchen verzweigen sich

immer mehr, so dass jeder Ast, je untergeordneter er ist, um so weniger Primitivfasern enthält. Die Ramification ist hier übrigens genau so, wie bei den grösseren Nerven, d. h. es treten die Primitivfasern einzeln oder bündelweise von dem Stamme, in dem sie früher enthalten waren, ab, verfolgen ihren gesonderten Verlauf und erleiden bald einen ähnlichen Verlust an Primitivfasern, als sie selbst an dem Mutterstamme erzeugt haben. Von den feineren Nervenzweigchen verlaufen nun Aeste, die entweder nur aus einer, zweien oder aus wenigen Primitivfasern bestehen. Dieses setzt sich so lange fort, bis sich endlich jeder Mutterstamm in solche einfachste Zweige aufgelöst hat. Meist tritt nun hier einer von den beiden Fällen ein, dass zuletzt entweder die Fortsetzung des Mutterstammes nur zwei Primitivfasern enthält, die gabelig auseinander weichen, oder dass (was jedoch nur selten der Fall ist) zwei (oder noch seltener drei, ja wie ich das eine mal sah, selbst vier) Primitivfasern unmittelbar zur Endschlinge umbiegen. So endet jede Primitivfaser auf eine ganz selbstständige und bestimmte Weise. Scheint es anders zu seyn, wie es öfters der Fall ist, so liegt immer bei genauerer Prüfung eines der oben angeführten Täuschungsmomente zum Grunde.

Ausserdem findet sich aber noch an den Enden der Nerven eine durchaus constante und überall vorkommende, offenbar wesentliche Bildung, welche ich mit dem Namen der Endplexus bezeichne. Die Primitivfasern der einzelnen Stämmchen nämlich verlaufen in der Art, dass einzelne von ihrem Mutterzweige abgehen und sich an die Primitivfasern eines näheren oder entfernteren Zweiges anlegen. Dieses erstreckt sich bis zu den feinsten, aus zwei Primitivfasern bestehenden Nerven. Hierdurch entstehen aber nothwendigerweise netzförmige Figuren, deren äussere Begrenzungslinien den beschauenden und mehr noch den denkenden Forscher an die Analogie der feinsten Blutgefässnetze erinnern. Wie diese, sind auch jene in jedem

Theile eines jeden Thieres durchaus charakteristisch. Daher vermögen auch ihre besonderen Eigenthümlichkeiten viel leichter von dem Auge des Beobachters wahrgenommen und aufgefasst, als durch Worte und selbst durch Abbildungen völlig genau wiedergegeben zu werden.

Die einfachsten Primitivfasern biegen zuletzt um. Jede von ihnen gehet dann continuirlich und ohne alle sichtbare Scheidungsstelle in eine andere einfache Primitivfaser über. Meistentheils gehört diese einem entfernten Zweige eines fremden Nervenstämmchens, seltener einem solchen eines aus demselben Mutterstamme kommenden Aestchens, und nur in äusserst seltenen Fällen demselben Mutterstämmchen an. Gerade von dieser Endumbiegung sich zu überzeugen gehört zu den schwierigsten Puncten dieser Untersuchung. Wir werden daher auch bald bei Aufzählung der einzelnen Theile genau angeben, wo und wie, unter welchen Umständen und nach welcher Methode wir sie immer wahrgenommen haben. Da dieses Factum mir als ein räthselhaftes Paradoxon in unserer heutigen Nervenlehre erscheinen musste (obwohl es, wie wir in der Folge sehen werden, nichts weniger, als ein solches ist), so war ich in allen Fällen um so skeptischer gegen dasselbe. Wir werden auch bald finden, dass es hier Fälle giebt, wo eine Täuschung in der That sehr leicht möglich ist. Allein sehr oft habe ich mich von der wahren Existenz der Umbiegungsschlingen der Primitivfasern auf das Evidenteste überzeugt, wie ich sogleich ausführlicher darstellen werde.

Nie legen die Primitivfasern ihre noch so feine Scheide ab, sondern selbst in den einfachsten, selbstständig und allein verlaufenden Primitivfasern wird die halbflüssige Nervenmasse von einer zellgewebigen Hülle umgeben. Ausser den schon oben dargestellten Beweisen muss ich hier noch die gar nicht selten gelingende Beobachtung anführen, dass man in einer solchen isolirt verlaufenden einzelnen Primitivfaser, ja sogar in einer Umbeugungsschlinge derselben, durch abwech-

selnde Verstärkung und Verminderung des Druckes den fluideren Nerveninhalt innerhalb der unverändert bleibenden Scheide hin- und herbewegen kann. Hierdurch wird es nun über allen Zweifel erhoben, dass, wie das Blut nur durch die Wandung der Capillargefässe, so auch die Nervenmasse bloss durch die Substanz ihrer Hülle hindurch auf die Elementartheile ihrer Organe zu wirken vermag. Dass dieselbe Vermittelung durch die Scheide hindurch in dem Gehirne und dem Rückenmarke stattfinde, haben wir schon oben gezeigt und werden es in der Folge noch genauer bestimmen. Von den Ganglien wird sich dasselbe, in fast noch componirterem Maasse, am Schlusse dieser Abhandlung nachweisen lassen.

Ich habe nun bis jetzt die letzten Enden der Nerven vollständig oder unvollständig in folgenden Organen und Organtheilen verfolgt:

1. Hüllen des Nervensystemes selbst. — Sehr häufig beobachtet man, wenn man eine kleinere oder grössere Lamelle der *pia mater* unter dem Compressorium leise gepresst behandelt, eine geringere oder grössere Menge von einzeln verlaufenden Primitivfasern, öfter auch von dickeren Nervenstämmen, so dass man sich leicht zu der Ansicht hinneigen könnte, dass dieses die Nerven dieser Haut selbst seien. Allein schon der Umstand, dass man weder Endplexus, noch Umbeugungsschlingen der einfachsten Primitivfasern wahrnimmt, macht den grossen hier wahrnehmbaren Reichthum von Nerven als Eigenthum der *pia mater* selbst verdächtig. Bei genauerer Untersuchung der Einpflanzung der Nerven in Hirn und Rückenmark, deren Resultate wir schon oben angeführt haben, ergiebt sich, dass diese Primitivfasern nur dicht unter der *pia mater* mit ihren zärteren Hüllen verlaufen, ehe sie in einzelne variköse Fäden übergehen.

Dagegen zeigt die *dura mater* nicht selten die schönsten Verzweigungen der feinsten Nervenäste, selbst bis zu den einfachsten Pri-

mitivfasern hinab. Doch gelingt es hier nur schwer, die weiten und sehr lose geflochtenen Endplexus wahrzunehmen.

An den Scheiden der Nervenbündel und der Nerven selbst habe ich bis jetzt noch keine eigenen Nervenfasern beobachten können. Dagegen darf man nicht hiermit die sowohl in dem Zwischenzellgewebe, als auf den feinsten Blutgefässnetzen dieser Theile vorkommenden Nerven verwechseln, und muss sie nur als diesen Hüllen angehörig betrachten.

2. Höhere Sinnesorgane, und zwar:

a. Auge. Nicht alle Theile des Auges sind auf gleiche Weise geeignet, auch nur Spuren feinerer und feinster Nervenfasern zu zeigen. So habe ich in der Substanz der Cornea und der Sklerotika selbst noch nicht wahrnehmen können, dass sich feinere und feinste Nervenzweige dort ramificirten. Die Ciliarnerven dringen nur durch die harte Haut des Auges hindurch, und eben so werden nur die hindurch gehenden Blutgefässstämme des Auges auf ihrer Oberfläche mit feinsten Nervenzweigchen bekleidet. Eben so scheint es von dem Glaskörper, der Linsenkapsel, der Retina selbst zu gelten, dass nur ihre Blutgefässe Primitivfasern von den Ciliarnerven empfangen. Die Substanz der Linse zeigt nie die Spur eines Blutgefässes oder eines Nerven. Dagegen ist

α. das sogenannte Ciliarband kein so einfaches Organ, als dieses der Name anzudeuten scheint. Es besteht vielmehr aus wenigem Zellgewebe, ziemlich vielen Blutgefässen (bei den Vögeln, wie ich an einem anderen Orte nachgewiesen, aus einem kreisförmigen Bande von senkrechten Muskelfasern mit den deutlichsten Querstreifen der Hülle und eingeschlossenen Primitivfäden) und vor allem aus sehr vielen grossen Nervenstämmen, die sich auf das Mannigfachste verzweigen und grösstentheils zu den benachbarten Organtheilen verlaufen. Manche von ihnen aber bilden einfache

längliche, abgerundete, spitz zulaufende Endplexus und zeigen, in freilich sehr seltenen Fällen, einfachste Umbiegungsschlingen, welche längliche, an dem entgegengesetzten Ende zugespitzte Zwischenräume zwischen sich einschliessen (s. Tab. III. Fig. 5.).

Von dem Nervenreichthume der feineren Zweige des *lig. ciliare* kann man sich bei dem Menschen, den Säugethieren und Vögeln leicht überzeugen. Die Umbiegungsschlingen der einfachen Primitivfasern habe ich nur ein mal in dem Auge der Ente wahrnehmen können. Die Untersuchungsmethode ist dieselbe, welche bald bei den Muskeln, den Gefässen u. dgl. wird angegeben werden.

β. Die Iris. Um den Verlauf der letzten Enden der Nerven hier zu verfolgen, muss man alles an der hinteren Fläche haftende Pigment entfernen, da selbst die geringsten, mit der Loupe kaum wahrnehmbaren noch anhängenden Spuren desselben schon den Anblick des gesuchten Gegenstandes verhindern. Man wähle daher zu dieser Beobachtung nur hellblaue oder hellgraue, möglichst frische Augen. Iris und Uvea werden nun auf die gewöhnliche Weise von den übrigen Theilen des Auges getrennt und einige Stunden in Wasser aufbewahrt, damit das gesammte Pigment sich leichter von der Substanzlage löse. Diese wird darauf unter Wasser mittelst eines weichen (nicht reissenden) Pinsels entfernt. An jedem unter der Loupe sich zeigenden dunkelen Fleckchen muss die Operation so lange wiederholt werden, bis sich keine Spur desselben mehr zeigt. Nun wird entweder die ganze Iris oder ein Stück derselben unter dem Compressorium mit der gehörigen Vorsicht, bei hellem Tageslichte *)

*) Dieses ist bei diesen Untersuchungen unumgänglich nothwendig, da bei umzogenem Himmel die feineren und feinsten Aeste von dem Parenchyme sich nicht unterscheiden lassen. Auch Lampenlicht macht sie durchaus unkennbar. Daher hängt man bei keiner Art von Untersuchung so sehr von Jahreszeit und Witterung ab, als bei dieser. Wie überall, vermag auch hier der geübtere Beobachter schon

behandelt. Die dem Pupillarrande parallel laufenden Hauptstämme, so wie deren Verbindungszweige und die dazwischen liegenden Endplexus lassen sich bei Menschen, Säugethieren und Vögeln leicht wahrnehmen. Dagegen gelang es mir bis jetzt nur bei Vögeln, die Umbiegungsschlingen der einfachsten Primitivfasern zu beobachten. Vor Allem kann ich hier die Untersuchung der Regenbogenhäute hellaugiger Gänse und Enten empfehlen. Doch muss man sich selbst dann vor folgender, auch hier leicht eintretender Täuschung hüten. Die Fasern der Iris, deren Natur als wahrer Muskelfasern ich an einem anderen Orte nachgewiesen habe, bilden in der Nähe des Pupillarrandes in ihrem ebenfalls discreten Verlaufe rhombische Figuren, welche durch eine Anordnung derselben, die der der Nervenfasern in den Endplexus analog ist, rhomboidale, an beiden Enden zugespitzte Maschen einschliessen. Man halte ja nicht etwa einige der oberflächlicheren oder tieferen derselben für letzte Endschlingen der Nerven derselben, sondern suche diese selbst bei ganz hellem Lichte mit aplanatischen Ocularen in und zwischen ihrer Substanz sorgfältig auf.

Die Hauptstämme der Irisnerven zeigen (schon bei Betrachtung mit einer einfachen Loupe) einen bogenförmigen Verlauf, der dem Pupillarrande selbst mehr oder minder, doch, wie es scheint, nie ganz genau parallel ist. Meist finden sich in einiger Distanz zwei oder mehrere solcher Nervenbogen, welche durch mehrere sehr dicke, schief verlaufende Zweige mit einander verbunden werden. Zwischen diesen Bogen liegen nun die zahlreichen Endplexus, welche immer feiner werden, je mehr sie sich dem Pupillarrande selbst nähern. Sie bilden dem Auge sehr angenehme Schwingungslinien,

---

aufgefundene Dinge bei minder hellem Lichte wiederzusehen, doch keinesweges von Neuem zu entdecken.

welche sich auch noch in den Umbiegungsschlingen der einfachsten Primitivfasern in einiger Distanz von dem Pupillarrande vorfinden. Der Charakter der Endplexus und der Umbiegungsschlingen dürfte aus der in Tab. V. Fig. 28. beigefügten Zeichnung aus der Iris einer blauaugigen, alten *) Gans besser erhellen, als aus jeder weitläufigen Beschreibung. *A* bedeutet den durch die Behandlung zufällig gefalteten Pupillarrand; *a* die demselben parallelen Hauptstämme; *b* die Endplexus, und *c* die Umbiegungsschlingen der einfachen Primitivfasern.

γ. Weniger glücklich waren meine bisherigen Bemühungen, die letzten Enden der Nerven in der Chorioidea wahrzunehmen. Der Grund hiervon ist der, dass es bei frischen Augen mir nie gelang, die Pigmentkörperchen von der Substanzlage ohne Verletzung der Letzteren vollkommen hinwegzuwaschen. In macerirten Augen, wo dieses eher möglich wird, ist aber das Object für diese feinen Untersuchungen schon viel zu sehr verändert und getrübt. So viel habe ich hier nur gesehen, dass feinere oberflächliche Zweige in longitudinaler, fast paralleler Richtung verlaufen und durch schief verlaufende Nervenfasern zur Plexusbildung sich anschicken.

b. Ohr. Die Untersuchung des inneren Ohres des Menschen, der Säugethiere, der Amphibien und Fische liefert hier nur einzelne unvollständige Bruchstücke, während das der Vögel eines der tauglichsten Objecte für Beobachtungen der Art abgiebt. Am besten dienen hierzu eben enthauptete Thiere oder solche, die nur wenige Stunden vorher gestorben sind, da sonst die umgebenden festeren Theile ihre Helligkeit und Durchsichtigkeit bald verlieren. Bekanntlich

*) Da die Festigkeit der Hülle der Primitivfasern in gleichem Maasse des Alters zunimmt, so ist es für diese Untersuchungen überhaupt durchaus unerlässlich, dass man so alte Thiere, als möglich, zu Objecten seiner Forschung auswählt.

besteht das häutig-knorpelige *) Gerüst des inneren Ohres der Vögel aus den halbzirkelförmigen Canälen mit deren Ampullen, der Flasche, dem Schnecken- und dem Vorhofsknorpel. Zahlreiche Zweige des Gehörnerven und eines Theiles der Antlitznerven verbreiten sich in diese Theile. Der dickere Hörnervenstamm zeigt sich hier in einer besonderen Eigenthümlichkeit. Ausser den Primitivfasern, die hier, wie überall, organisirt sind, finden sich sehr grosse Kugeln, welche dem Nerven selbst ein eigenes dunkeles Aussehen bei durchfallendem Lichte geben. (Aehnliche Kugeln existiren auch nach Purkinje und mir in dem Riechkolben des Menschen und der Säugethiere zwischen den beiden differenten grauen Substanzen desselben.) Die äusserst zahlreichen Nerven verlaufen nun in die einzelnen membranösen Gebilde, welche entweder in den knorpeligen Theilen enthalten oder auf ihnen befestigt sind. Zur Wahrnehmung der letzten Enden der Nerven eignen sich aber vorzüglich folgende Gebilde:

α. Die Flasche. Schon mit blossem Auge oder mit einer schwach vergrössernden Linse zeigen sich die dicksten Stämme der Endplexus, so dass es in der That unverzeihlich war, wenn man allgemein von einer membranösen Endigung dieses Sinnesnerven sprach. Zur genaueren Beobachtung der Nervenverzweigung dieses merkwürdigen Organes aber kann man mehrere Untersuchungsmethoden anwenden. Man betrachtet nämlich die Flasche entweder ganz frei bei sehr hellem Lichte mit aplanatischen Ocularen, oder man bringt einen Schnitt, welcher die vordere und hintere Wand zugleich enthält, oder einen solchen, der nur eine Wand

*) Im strengsten Sinne des Wortes kann hier von wahrem Knorpel nicht gesprochen werden, da alle diese Theile aus einem sehr hellen, dichten, faserigen Gewebe bestehen, welches seiner Natur nach selbst von dem sogenannten Faserknorpel wesentlich abzuweichen scheint.

isolirt, unter das Compressorium, oder stellt den äussersten Rand der Flasche auf demselben auf. Erst durch die vollständige Anwendung aller dieser Methoden gewinnt man ein klares Bild der Enden des Hörnerven. Ein die feinere Untersuchung hier oft erschwerendes Moment sind die in der Flasche enthaltenen Krystalle, welche von einer etwas zähen, schleimigen, hellen Flüssigkeit umgeben werden. Oft gelingt es, die ganze Krystallmasse nebst der Flüssigkeit ohne Verletzung der zarten, dicht anliegenden Nervenverbreitung mit Hilfe des Compressorium's zu entfernen; oft wird aber auch bei solchen Versuchen selbst diese verletzt und so alle fernere Beobachtung verhindert. Am sichersten ist es daher noch, nur eine Lamelle der Flasche nebst dem Rande herauszuschneiden, obwohl hier auch bei der grössten Vorsicht das Präparat ebenfalls durch die Vorbereitung oft vernichtet wird. Da hier die Primitivfasern in den verschiedensten Höhen unmittelbar über einander hinweggehen, so ist die Anwendung aplanatischer Oculare (oder bei hellerem Lichte selbst sehr starker Vergrösserungen mit äusserst kurzer Focaldistanz) unerlässlich.

In der Flasche verlaufen die einzelnen Nervenstämme mehr oder minder strahlig aus einander, verbinden sich doch hier schon nicht selten durch einen oder seltener mehrere schiefe Aeste. Dieses wird aber in einiger Entfernung von dem abgerundeten Ende (da wo die Flasche sich etwas erweitert) äusserst häufig, so dass hierdurch die combinirteste Endplexusformation dargestellt wird. Der allgemeine Charakter der auf diese Weise entstehenden Maschen zeigt sich in dem Typus einer gewissen rhombischen Gestaltung, deren Ecken nach Verschiedenheit der Thiere bald spitz, bald abgerundet sind. Dadurch, dass bei immer feinerer Zertheilung stets dünnere Stämmchen bei vermehrter Zahl der Endplexus entstehen, bilden sich zuletzt die Umbiegungsschlingen der einfachsten Primi-

tivfasern auf ähnliche Weise, als wir dieses schon aus der Iris dargestellt haben.

Um jedoch, so weit es in meinen Kräften steht, zu zeigen, dass, wenn auch die letzten Enden der Nerven der Flasche überall einen gewissen gemeinsamen Charakter an sich tragen, sie doch in jedem Thiere ihre besonderen individuellen Verschiedenheiten darbieten, habe ich dieselben aus der Flasche der Gans (Tab. V. Fig. 29.) und des Sperlings (Tab. V. Fig. 30.) darzustellen versucht. Zu einem anderen Zwecke ist auch ein Theil der feineren Endplexus aus der Flasche des Spechtes (Tab. III. Fig. 6.) gezeichnet worden. Man sieht hier die einzelnen Unterschiede deutlicher, als sie eine ausführliche Beschreibung zu erläutern vermag. Doch halte ich es für Pflicht, ausdrücklich zu bemerken, dass es mir nicht vollkommen gelungen ist, den Charakter der Natur in der Zeichnung vollständig wiederzugeben. Ich zweifle überhaupt, ob dieses je eine menschliche Hand gänzlich vollbringen dürfte.

β. Obgleich in den Gehörblättern eine nicht unbedeutende Anzahl von Nervenzweigen sich verbreitet, so vermag man hier höchstens ihr strahliges Auseinanderfahren, aber nichts weiter wahrzunehmen. Der Grund davon ist einerseits der grosse Gefässreichthum und der dunkelere Habitus dieses Organes, andererseits aber der Umstand, dass eine vollkommene Behandlung seines unverletzten Zustandes unter dem Compressorium wegen der beiden angrenzenden Gehörknorpel unmöglich wird. Dagegen haben

γ. die Ampullen mehr Ausbeute geliefert. Diese Theile, denen Steifensand mit Recht einen eigenthümlichen, von den häutigen halbzirkelförmigen Kanälen gesonderten Platz vindiciren will, unterscheiden sich, wie ich bei Vögeln mich auf das Genaueste überzeugt habe, durch zwei Eigenthümlichkeiten von ihren Nachbartheilen, den häutigen Bogengängen. Die Ampullen enthalten näm-

lich immer innere Nervenverbreitung und Krystalle; die häutigen halbzirkelförmigen Canäle aber von beiden durchaus keine Spur. Man untersucht die Ampullen am zweckmässigsten, wenn man nur die eine durchschnittene Hälfte derselben unter dem Compressorium behandelt, weil sonst verschiedenartige Nervenverbreitungen einander decken und so die Deutlichkeit der Anschauung hindern.

Die Endplexus der Nervenzweige bilden hier längliche, rhomboidale Maschen (Tab. V. Fig. 26.), welche mit grösserer Verdünnung der Nervenäste immer zahlreicher werden und daher immer dichter in den nächsten Höhen über einander liegen (Tab. V. Fig. 27.). Sie endigen mit Umbiegungsschlingen der einfachsten Primitivfasern an der Bogenlinie, welche die einzelnen verschiedenartigen Arme des Kreuzes immer mit einander verbindet.

c. und *d.* Geruchs- und Geschmacksorgan. Obgleich die mit blossem Auge wahrnehmbaren Nervenplexus dieser Theile schon häufig präparirt und gezeichnet worden sind, so wollte es mir trotz aller angewandten Mühe bisher noch nicht gelingen, mir eine deutliche Anschauung der feinsten Endplexus, viel weniger der Umbiegungsschlingen der einfachsten Primitivfasern zu verschaffen. Behandelt man ein Stückchen dünnerer Nasenschleimhaut unter dem Compressorium, so sieht man zwar selbst an nicht injicirten, sondern nur von eben getödteten Thieren entnommenen Präparaten, dass die Mündung einer jeden Schleimdrüse von einem eigenen kleinen Netze von feineren und feinsten Blutgefässen umgeben wird, — ein Typus, der auch in den Drüsen des Rachens, Schlundes, Magens u. dgl. wiederkehrt. Unter mehreren Versuchen gelingt es bisweilen, einzeln verlaufende Primitivfasern wahrzunehmen, welche jedoch in der dunkelen körnigen Masse der Membran dem Anblicke bald verschwinden *).

*) Nur einmal glaube ich eine genügendere Beobachtung gemacht zu haben. S. die Erklärung von Tab. III. Fig. 4.

Taugliche perpendiculäre Schnitte dickerer Schleimhäute haben mir bis jetzt noch nicht gelingen wollen. Dasselbe muss ich leider von der Zunge sagen, deren Perpendiculärschnitte mich bisher über die Enden der Nerven noch nichts Deutliches gelehrt haben, weil in ihrer oberen Hälfte die warzigen, sich fortwährend häutenden Hornpapillen, in der unteren die zu weiche Muskulatur die nothwendige Behandlung zu hindern scheinen. Ich muss daher diesen Theil der Untersuchung dem glücklicheren Fleisse künftiger Forscher überlassen.

e. Tastorgan, Haut. Die vielfachen Organe, welche in der Haut des Menschen, der Säugethiere und der Vögel haften, so wie die dicht fibröse Textur derselben hindern hier die feinere Beobachtung der Nervenenden. Dagegen gelingt es mit einiger Anstrengung, dieselben in der Haut der Amphibien wahrzunehmen. Vorzüglich kann ich hierzu die der Frösche empfehlen. Man schneidet aus der Haut des Rückens, welche durch Lymphräume von der Muskulatur geschieden ist, ein Stück aus, behandelt es wegen der daran liegenden festeren äussersten Hautschicht, in welcher die Pigmente sich befinden, mit besonderer Vorsicht unter dem Compressorium, und betrachtet bei hellem Tageslichte die nach innen gekehrte Oberfläche mit aplanatischen Ocularen. Die Endplexus erscheinen dann in einem ähnlichen Charakter, als der ist, welchen wir bald aus den Muskeln darstellen werden; die Umbiegungsschlingen der einfachsten Primitivfasern dagegen unter der in Tab. III. Fig. 3. gezeichneten Form.

3. Motorische Organe. — Schon Prevost und Dumas haben die Untersuchung der Muskeln, besonders des Bauches, der Frösche für diese Beobachtungen empfohlen. Und in der That dürfte wohl kein Theil tauglicher seyn, die Verzweigung der Nerven bis zu den feinsten Aesten zu zeigen, als dieser. Allein gerade die beiden interessantesten Formationen der letzten Enden der Nerven, die der Endplexus und die der Umbiegungsschlingen der einfachsten Primi-

tivfasern sind hier schwieriger wahrzunehmen. Die Endplexus selbst sind in einer grossen Oberfläche und in verschiedenen Höhen so sehr zerstreut, dass ihr collectiver Charakter nur zu leicht dem Auge entgeht. Die Umbiegungsschlingen dagegen liegen fast nie in einer Fläche, sondern gehen sehr häufig unter einer oder unter mehreren Muskelfasern hindurch. Dieses macht natürlich deren exacte Verfolgung selbst mit Hilfe von aplanatischen Ocularen äusserst schwierig. Es gelingt noch besser, wenn die Umbiegungsschlingen, was jedoch im Allgemeinen um Vieles seltener vorkommt, in dem die Fasern dekkenden Perimysium sich befinden. Wie so häufig, zeigt auch hier dasjenige, welches für den ersten Anblick so plan zu seyn scheint, bei genauerer Betrachtung unvermuthete Schwierigkeiten. Doch führen Consequenz und Ausdauer hier ebenfalls zu durchaus bestimmten Resultaten.

Bei der Untersuchung der letzten Enden der Nerven in den Muskeln müssen vor Allem zwei Bedingungen erfüllt werden. Das Präparat muss erstlich möglichst frisch *), und zweitens möglichst dünn seyn. Daher eignen sich auch nicht alle Muskeln auf gleiche Weise zu diesen Beobachtungen. Ich habe folgende als die zweckmässigsten gefunden: 1) Die geraden Augenmuskeln des Menschen, welche bei dem Uebergange in ihre Sehnen **) meist dünn genug sind, und sich

*) Auch solche Stücke, welche ganz frisch in sehr concentrirtes Salzwasser gelegt worden sind, bleiben noch mehrere Tage für diese Beobachtungen tauglich.

**) Auch hier vermag man, wie an manchen anderen Theilen, wozu ich besonders das Zwerchfell der Meerschweinchen, der Ratten u. dgl. empfehlen kann, die Einfügung der Sehnen und Muskeln genau zu verfolgen. Ehe die Muskelfaser endigt, verschmälert sie sich auf eine ziemlich plötzliche Weise ein wenig und endigt zuletzt, wie es scheint, genau bogenförmig abgerundet. An dieses Ende setzen sich nun im ganzen Umkreise die einzelnen Sehnenfasern an. Ich werde vielleicht deutlicher, wenn ich das ganze Verhältniss damit vergleiche, als ob ein Finger der einen Hand von den 5 Fingern der anderen Hand circulär umfasst würde.

auch in einiger Entfernung in nicht zu dicke Lamellen künstlich trennen lassen. Dasselbe gilt auch im Allgemeinen von den gleichen Theilen unserer grösseren Hausthiere. Die der kleineren Thiere, wie der Fledermäuse, der Mäuse, der Ratten, der Meerschweinchen, des Sperlings, des Zeisigs, der Nachtigall u. dgl. bedürfen im Allgemeinen nicht erst dieser Vorbereitung. 2) Der Hautmuskel der Säugethiere, so wie der *platysmameoides* des Menschen. 3) Die Bauchmuskeln des Menschen, der Säugethiere, Vögel und Amphibien. Die der Letzteren bedürfen entweder, wie dieses in der Regel der Fall ist, keiner besonderen Vorbereitung, oder lassen leicht dünnere Lamellen, gleich denen der ersteren, von sich trennen. Dasselbe gilt auch 4) von allen auf der inneren Oberfläche der Rumpfhöhle der Frösche verbreiteten Muskeln. Endlich 5) lassen sich ohne grosse Mühe von der inneren Oberfläche der *intercostales interni* der kleineren Säugethiere (Kaninchen, Meerschweinchen u. dgl.) zarte Schichten wegnehmen, welche sich zu Untersuchungen der Art vorzüglich eignen.

Ein jedes, auch noch so zufällig gewählte Stückchen dieser Muskeln wird zwar Nervenzweige in Menge enthalten, allein zweckmässiger verfährt man doch, wenn man nur solche auswählt, in denen man schon entweder mit blossem Auge oder mit Hilfe einer Loupe dieselben wahrgenommen hat. Ein solches Präparat wird nun allmälig comprimirt, während man immer weiter den Verlauf der einzelnen Zweigchen zu verfolgen sich bemüht. Es ist zwar leicht, bis zu denen zu gelangen, welche nur eine oder mehrere Primitivfasern enthalten; allein diese werden bei fernerem Drucke oft vernichtet, weil durch die Kraft der relativ härteren Substanz der Muskelfasern die zarte Hülle der Primitivfasern berstet. Daher tritt hier gerade so sehr häufig der trügerische Schein des plötzlichen Aufhörens einer einzelnen Primitivfaser ein, ohne dass übrigens die anderen durch die Methode erzeug-

ten künstlichen Gestalten, wie die Varikositäten, die Aggregationen von einzelnen Körperchen u. dgl. fehlten. Hierzu kommt aber noch ein anderes Moment, welches nur zu leicht irre führt. Da die Nervenfasern bloss in dem zwischen den einzelnen Muskelfasern und Muskelbündeln verlaufenden Zellgewebe sich verbreiten, so ist es wohl natürlich, dass im strengsten Sinne des Wortes nur die geringste Ausdehnung derselben in einer Ebene liege. Durch die Compression ereignet es sich nun nothwendig, dass viele an derselben Stelle und nur in verschiedenen Höhen befindliche Zweige einander decken und so leicht das Trugbild eines wahren Ueberganges in einander darstellen. Vergrösserungen mit sehr kurzer Focaldistanz sind hier natürlich ebenfalls die sichersten Kriterien, welche uns fast nie verlassen. Aus diesen vielfachen Gelegenheiten zu Täuschungen lässt es sich nun entnehmen, welchen Aufwand von Geduld und immerwährender Wiederholung der Beobachtung es kostet, sich gerade in den Muskeln von den wahren letzten Enden der Nerven eine naturgetreue Vorstellung zu verschaffen.

Unter allen Gebilden haben die Nerven in den Muskeln, wenn ich mich so ausdrücken darf, die freieste Ramification. Sie sind weder bloss der linearen Anordnung der Muskelfasern parallel, noch kreuzen sie dieselbe unter bloss rechten oder mehr oder minder bestimmten Winkeln. Und doch liegt trotz dieser scheinbar so unbestimmten Verästelung in dem ganzen Wesen ihrer Ramification ein bestimmter, leichter wahrzunehmender, als durch Worte wiederzugebender Charakter. Dem allgemeinen Gesetze der Endplexus gehorchend, treten zwar einzelne Primitivfasern oder Aggregationen mehrerer (doch weniger) derselben aus ihrem Stamme ab, um sich an die anderer Aeste anzulegen; allein das ganze Verhältniss ist freier und gleichsam aufgelöster. Die Endumbiegungsschlingen der Primitivfasern bilden geschwungene Bogen. Um alle unnöthige Wieder-

holung zu vermeiden, verweise ich in dieser Hinsicht auf die ausführliche Erklärung der unter Tab. II. Fig. 1. gegebenen Zeichnung.

Nur in dem zwischen grösseren Nervenbündeln verlaufenden interstitiellen Zellgewebe sind Nervenfasern wahrzunehmen. Das Zellgewebe selbst enthält oft die feinsten Nervenzweige, scheint jedoch mehr im Allgemeinen zur Hülle der an andere, selbstständige Organtheile verlaufenden Nervenzweige zu dienen.

In der Markhöhle der Knochen verlaufen oft, wie Purkinje mir zuerst gezeigt hat, nicht unbedeutende Nerven, deren Verästelung den oben aufgestellten allgemeinen Gesetzen folgt. Endplexus und Umbiegungsschlingen haben hier jedoch bis jetzt noch nicht dargestellt werden können.

4. Gefässsystem. — Es ist längst bekannt, dass die grösseren Gefässstämme von Nervenzweigen umsponnen werden. Dass aber auch die feinsten Aestchen noch feinste Nervenzweige besitzen, sah Purkinje zuerst an den Hirngefässen des Schaafes, und mir ist ebenfalls die Wahrnehmung derselben in diesen und vielen anderen Gefässen gelungen. Am zweckmässigsten wählt man hierzu die feineren Gefässzweige des Gehirnes und des Rückenmarkes, der bei vielen Säugethieren an der Basis *cranii*, auf dem Gesichte, an dem Thränensacke u. dgl. vorkommenden Wundernetze. In allen diesen Gefässstämmchen erkennt man dann leicht (bei hellem Tages- oder auch bei hellem Lampenlichte) die abwechselnden Schichten von Longitudinal- und Querfasern, welche die Wandung zusammensetzen. Auf dieser zeigen sich nun längslaufende einfachere und einfachste Nervenstämmchen. Da nicht ohne verhältnissmässige Gewalt die einzelnen Gefässästchen heraus präparirt werden können, so ereignet es sich hier gerade sehr häufig, dass die Primitivfasern der Nerven mit Varikositäten versehen erscheinen.

5. Verdauungsorgane. — Vor Allem müssen hier die in dem Zahnsäckchen enthaltenen Nerven unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen. Man trennt mit Hilfe des Meissels und Hammers die einzelnen Zähne mit ihren knochigen Kieferparthieen und zerklopft die einzelnen Stücke mit dem Hammer. Das Letztere muss zwar so vorsichtig geschehen, dass das übrigens im Allgemeinen feste Zahnsäckchen unverletzt bleibet; doch darf man andererseits das in seinem unteren Theile frei gemachte Zahnsäckchen nicht aus dem übrigen unverletzten Theile des Zahnes herausziehen, weil sonst unfehlbar die äusserste Spitze des Säckchens, welche gerade die Endumbiegungsschlingen enthält, abreisst. Man verfährt daher am besten, wenn man zuerst die untere Hälfte des Zahnsäckchens entblösst und dann durch vorsichtiger geführte Hammerschläge auch den oberen Theil des Zahnes zersprengt, so dass seine einzelnen Theile mit Hilfe einer Pincette (am besten unter Wasser und auf schwarzem Grunde) leicht und ohne Verletzung des äussersten Endes des Zahnsäckchens entfernt werden können. Bei diesen Untersuchungen ist jedoch noch eine andere Vorsichtsmaassregel nothwendig. Die Blutgefässe des Zahnsäckchens von erhängten, erstickten Thieren, oder solche, deren Leichen bald nach dem Tode einige Zeit mit herabhängendem Kopfe gelegen haben u. dgl., zeigen sich häufig mit Blute sehr angefüllt. Hierdurch aber wird in Verbindung mit dem körnigen, etwas dunkelen Aussehen der Membran des Zahnsäckchens die Ansicht der Nerven fast gänzlich verhindert.

Um nur die Endplexus wahrzunehmen, ist es am zweckmässigsten, nur die eine Wand des Zahnsäckchens herauszuschneiden. Zur Beobachtung der Umbiegungsschlingen dagegen muss jedoch die durchaus unverletzte äusserste Spitze desselben unter das Compressorium gebracht werden.

Im Allgemeinen verlaufen die an der inneren Oberfläche liegenden Nervenstämme bei dem Menschen und den Säugethieren (der äusseren Begrenzung des Zahnsäckchens entsprechend) fast parallel, oder vielmehr gegen die Spitze hin schwach convergirend (je näher der Spitze, um so mehr). Durch einzelne, oft nur aus einer einfachen Primitivfaser bestehende, Queräste werden längliche, rundliche oder rhomboidale Maschen der Endplexus constituirt. Die Umbiegungsschlingen der einfachsten Primitivfasern bilden kleine Bogenlinien. Sie liegen nahe an einander; ja das eine mal sahe ich sie so nahe (s. Tab. V. Fig. 31. *d.*), dass vier derselben nur einen Nerven auszumachen schienen.

Um zu zeigen, wie sehr bei aller Allgemeinheit des Charakters doch die Nervenverbreitung jedes Zahnsäckchens jedes Thieres seine eigenthümlichen Verschiedenheiten darbiete, habe ich in Tab. V. Fig. 31. die des zweiten Backzahnes des Schaafes, und in Tab. V. Fig. 32. die des zweiten Backzahnes des Menschen gezeichnet.

Zur Untersuchung der letzten Enden der Nerven ist von Marshall Hall das Mesenterium vorgeschlagen worden. Allein hier befinden sich wahrscheinlich die interessantesten Formationen der Endplexus auf dem dem Darmrohre schon angehörenden Stücke. Ueberhaupt sind hier, wie an vielen anderen Theilen des thierischen Körpers, unter manchen Verhältnissen feinere und feinste Nervenzweige zwar deutlich wahrzunehmen, allein sie lehren uns ebenfalls, dass die Primitivfasern neben einander liegen und nie anastomosiren, dass die Zweige sich immer feiner theilen, sich oft durch Seitenäste zu Plexus mit einander verbinden u. dgl. mehr. Ich habe daher nur diejenigen Organe, welche mir etwas Merkwürdigeres darboten, in Obigem specieller angeführt.

Die Systeme der Nerven und der Blutgefässe gehören zu den concret allgemeinen Theilen des Körpers und zeigen, wie das concret All-

gemeine überhaupt, gewisse mit ihrer Natur genau zusammenhängende Eigenthümlichkeiten. Obwohl beide sich in möglichst feine Ramificationen vertheilen, so verlaufen diese doch nicht zu den einfachsten Elementen der Organtheile und Gewebe (und sind noch weniger in diesen enthalten), sondern entsprechen erst einer grösseren oder geringeren, mehr oder minder bestimmten Collection dieser Elementartheile. An den Nerven haben wir dieses eben in vielen Fällen zu sehen Gelegenheit gehabt. So sehr aber auch feine Injectionen der Blutgefässe zur Erkenntniss der Capillaren in jedem Theile nothwendig sind, so wenig vermögen sie in Bezug auf die eben berührte Frage zu nützen. An einem vollkommen injicirten Muskel, Nerven u. dgl. decken in der Regel die so sehr als möglich und oft zum Uebermaasse mit dunkelen Massen ausgefüllten Gefässe einen grossen Theil der dazwischen liegenden Elementartheile, und machen diese da, wo die Spatia nur sehr gering sind, im Einzelnen weniger kenntlich. Hier supplirt die mehr von zufälligen Verhältnissen abhängende Wahrnehmung der noch mit Blut zum Theil gefüllten Gefässe hinreichend. Vergleichen wir aber mit den beiden genannten Systemen das Zellgewebe, so zeigt sich dieses von ganz entgegengesetzter Natur. Als das speciellste und concreteste und doch am allgemeinsten verbreitete Gewebe der thierischen Organisation verbindet es alle einzelnen Elementartheile nicht nur mit einander, sondern constituirt auch isolirende Hüllen für ihre wesentlichen Urmassen.

Die feinsten Blutgefässnetze haben in jedem Theile eines jeden Thieres einen besonderen, individuellen Charakter, welcher durch das Organ und den Organtheil, die Gestalt der kleineren Theile und das Gewebe desselben bestimmt wird. Genau dieselben Momente bedingen auch die Conformation der Endplexus der Nerven. Und doch fallen beide Typen in jedem einzelnen Organe keinesweges zusammen. Dass eine gewisse Analogie der Conformation stattfinde, lehren vor

Allem die Iris *) und das Zahnsäckchen. Wie verschieden aber beide auch unter gleichen Verhältnissen seyn können, zeigen, nach dem schon bisher Vorgetragenen, am deutlichsten z. B. die Muskeln. In ihnen verlaufen die feinsten Blutgefässe linear nach der Direction der Muskelfasern und verbinden sich nur durch mannigfache Queräste mit einander. Die Nerven haben einen ganz verschiedenen Verlauf und erinnern eher an die Conformation der Blutgefässe in dem die einzelnen Bündel oder Organtheile überhaupt verbindenden Zellgewebe.

Fragen wir nun aber endlich, welche Primitivfasern die letzten Umbiegungsschlingen bilden, ob functionell gleichartige oder ungleichartige; so kann zur Zeit vom morphologischen Standpuncte aus nur noch unvollständig hierauf geantwortet werden. Dass sich gleichartige Fasern der mit specifischen Energieen begabten Nerven mit einander verbinden, zeigt das innere Ohr der Vögel. Die Verbindung rein sensibler Primitivfasern dürfte aus der Untersuchung des Zahnsäckchens erhellen. Dass dagegen sich rein motorische mit einander vereinen, ist nirgends mit aller Bestimmtheit dargethan. Es ist allerdings höchst wahrscheinlich, dass nur gleichartige Nerven in einander eingehen. Allein der exacte, in der naturwissenschaftlichen Frage durchaus unerlässliche Beweis der vorurtheilsfreisten empirischen Beobachtung mangelt zur Zeit noch gänzlich. Durch ihn würde es unzweifelhaft erhellen, dass in allen Organen, welche der Empfindung und der Bewegung zugleich fähig sind, gesonderte Umbiegungsschlingen der distincten motorischen und der distincten sensiblen Primitivfasern existiren.

Um die Gestaltungsverhältnisse des peripherischen Nervensystemes vollständig zu betrachten, ist es noch nothwendig, den feineren

---

*) Hier findet sogar eine gewisse entfernte Analogie mit der Disposition der enthaltenen Muskelfasern statt, wie oben auch zum Theil schon bei Gelegenheit der Nerven der Regenbogenhaut auseinander gesetzt wurde.

Bau der Ganglien aus einander zu setzen. Diese so viel besprochenen wichtigen Gebilde sind bis jetzt in ihrem inneren Wesen noch nicht im Entferntesten erkannt worden, und ich halte es daher für Pflicht, die Grundschemen ihrer Organisation nach meinen Untersuchungen ausführlich darzustellen.

Um zuvörderst den Verlauf der Primitivfasern innerhalb eines Ganglions kennen zu lernen, muss man zuerst solche Knoten auswählen, welche so klein sind, dass sie gänzlich unter das Mikroskop gebracht werden können. Hierzu dienen vor Allen die kleineren Ganglien der kleineren Säugethiere und Vögel, wie der Fledermaus, der Maus, der Ratte, des Meerschweinchens, der Nachtigall, des Zeisigs u. dgl. An den Ganglien der meisten Amphibien begegnen wir einem, in der Folge noch zu erläuternden, hindernden Verhältnisse, welches die mit Pigmentramificationen versehene umhüllende Membran darbietet. Zum Theil dasselbe, zum Theil aber die ungemeine Helligkeit und Zartheit machen auch die Ganglien der meisten Fische zu ersten Untersuchungen der Art untauglich. Wird nun ein Ganglion des sympathischen Nerven des Zeisigs vorsichtig unter dem Compressorium behandelt und bei hellem Lichte betrachtet (Tab. VI. Fig. 34.), so sieht man, dass die eintretenden Fasern *a* in dem Ganglion aus einander gehen, um in demselben verschiedenartige Plexus zu bilden und in mehreren isolirten Strängen endlich wiederum herauszutreten. Ausserdem umspinnen einzelne Primitivfasern *c* den Knoten auf die verschiedenste Weise. Seine äussere Oberfläche erscheint zwar mehr oder minder rund, bildet jedoch an der äussersten Begrenzung mehr oder minder deutlich hervorgetriebene kuglige Erhabenheiten, so dass hierdurch eine fast wellenförmige Peripherie entsteht. Durchaus dasselbe Verhalten, welches wir hier an dem ganzen kleineren Ganglion wahrnehmen, sehen wir auch an tauglichen und passend behandelten Schnitten grösserer Knoten, wie ich z. B. in Tab. VI. Fig. 35. aus dem

Gasser'schen Knoten des Meerschweinchens, Tab. VI. Fig. 36. aus dem des Schaafes und Tab. VI. Fig. 37. aus dem *Ganglion cervicale* des sympathischen Nerven des Menschen dargestellt habe. Bedient man sich aber zur ferneren Erforschung des Verhaltens der Primitivfasern innerhalb der Ganglien aplanatischer Oculare, so sieht man, dass die durchgehenden Primitivfasern nicht bloss die Mitte und die umschlingenden Fasern die äussere Peripherie des Knotens einnehmen, sondern dass beide in verschiedenen Höhen wiederkehren, und dass nur ganz an der Oberfläche die umschlingenden fast allein existiren oder wenigstens die durchgehenden bei weitem überwiegen. So habe ich zur Erläuterung dessen in Tab. VII. Fig. 44. die oberflächlichste Lage des *Ganglion thoracicum secundum* des Meerschweinchens schematisch nach dem Verlaufe der in ihm befindlichen Primitivfasern gezeichnet. Sowohl zwischen den einzelnen Netzen der Plexus der durchgehenden Fasern, als auch zwischen den einzelnen umspinnenden Fasern bleiben Zwischenräume, deren Natur durch fernere Behandlung mit dem Compressorium erkannt wird. In der bei weitem grössten Zahl der Ganglien, wie ich z. B. Tab. VI. Fig. 38. aus dem *Ganglion ophthalmicum* des Schaafes, Tab. VI. Fig. 40. aus dem *Ganglion oticum* des Kalbes, Tab. VI. Fig. 41. aus den Ganglien des *sympathicus* der Ratte, in Tab. VII. Fig. 45. aus dem *Ganglion abdominale* des *sympathicus* des Barsches, in Tab. VII. Fig. 46. aus demselben des Brachsen u. dgl. dargestellt habe, zeigen sich nun grosse Kugeln, welche von den Fasern in den mannigfaltigsten Richtungen eingefasst und umsponnen werden. Jede dieser Kugeln hat überall eine äusserere mehr oder minder deutliche zellgewebige Hülle und enthält eine eigene Parenchymmasse, einen selbstständigen *nucleus* oder Kern, und einen in diesem enthaltenen rundlichen, durchsichtigen zweiten *nucleus*. Oft zeigt sich auch auf jeder dieser Kugeln Pigment, welches entweder eine grössere Fläche dieser Kugeln einnimmt (Tab. VI.

Fig. 37. und Tab. VII. Fig. 49.) oder nur eine dem *nucleus* im Inneren entsprechende Stelle behauptet (Tab. VI. Fig. 42.) oder mehrere kreisförmig gestellte discrete Flecke bildet (Tab. VII. Fig. 53.). Wir sehen also aus dieser synthetischen Darstellung der Ganglienstructur, deren allgemeiner Grundcharakter bei dem Menschen, den Wirbelthieren und, wie wir bald sehen werden, selbst den Wirbellosen allgemein vorkömmt, dass der Urtypus der Ganglienformation in Folgendem zusammengefasst werden kann. Ein oder mehrere Faserbündel, welche in den Knoten eintreten, bilden innerhalb desselben nach der Natur und der Grösse des Ganglions mehr oder minder verwickelte Plexus. Ausserdem aber umspinnen einzelne Primitivfasern oder isolirte Bündel sehr weniger Fasern von allen Seiten die eigenthümlichen Ganglienkugeln, welche eine äussere, mehr oder minder feine, zellgewebige Hülle, einen *nucleus* und in der Circumferenz desselben einen zweiten kleineren *nucleus* enthalten, oft aber auch Pigmentdeposita auf sich haben. Das ganze Ganglion wird, wie die grösseren Nervenstämme von einer oder mehreren Schichten von Zellgewebe eingehüllt.

Die Anwesenheit der eigenthümlichen Kugelmassen und die sie umspinnenden Primitivfasern constituiren die wesentlichen Eigenthümlichkeiten der peripherischen interstitiellen Belegungsformation *). Die zunächst interessirende Frage ist nun die, in welchem Verhältnisse die durchgehenden Plexus-bildenden und die umspinnenden Fasern zu einander stehen. Macht man mehrere Schnitte durch ein grösseres Ganglion und behandelt diese unter dem Compressorium, so gelingt es bald zu sehen, wie einzelne der umspinnenden Fasern entweder von dem Bündel durchgehender Fasern ausgehen oder in

*) Der Grund dieser Benennung, die wir statt der unrichtigen Bezeichnung: Gangliensystem gebrauchen, wird in der Folge dargethan werden.

diese eintreten. Den ersteren Fall habe ich z. B. in Tab. VI. Fig. 36. bei *b* angedeutet. Nicht selten gehen mehrere umspinnende Fasern in die seitlich austretenden Zweige ein, werden hier jedoch immer zugleich von einzelnen oder mehreren durchgehenden Fasern begleitet. Dass überhaupt die umspinnenden Fasern keine neuen eigenthümlichen, organischen, sondern nur isolirte eintretende sind, sieht man besonders deutlich an denjenigen Ganglien, in denen nicht einzelne Primitivfasern, sondern mehr oder minder starke Faserbündel die Kugelfasern umspinnen.

Wenn wir nun aber so die Selbstständigkeit eigenthümlicher organischer Fasern läugnen, so müssen wir zur Vollständigkeit unserer Beweisführung noch mehrere Puncte nachtragen. Dass die Verbindungszweige des sympathischen Nerven, welche angeblich zu den vorderen und hinteren Rückenmarkswurzeln verlaufen sollen, nicht zu diesen treten, sondern von dem Rückenmarke in den *sympathicus* gehen, wird sich aus dem Folgenden deutlich ergeben. Ein anderer Scheinbeweis für die Existenz selbstständiger organischer Fasern ist besonders in neuester Zeit hervorgehoben worden. Es verlaufen nämlich bisweilen von den Knoten des sympathischen Nerven oder von anderen Ganglien eigenthümlich grauröthliche Fasern neben oder in anderen reinweissen Nervenzweigen. Diese finden sich am häufigsten an den Aesten der Knoten des zweiten und dritten Astes des fünften Paares, an denen des *sympathicus* selbst, welche Letzteren von Diltay besonders bei Fischen, ausserdem aber schon früher von Retzius bei dem Pferde, von Joh. Müller bei dem Ochsen beschrieben sind. Diese und andere inconstant vorkommende Fasern habe ich sämmtlich untersucht und gefunden, dass das grauröthliche Aussehen dieser Zweige oder Fasern durch ganz verschiedene Umstände bedingt wird.

1. In denjenigen Nerven, deren untergeordnete Bündel sehr feste Scheiden haben, wie z. B. in dem Sehnerven des Menschen und

der Wirbelthiere, erscheinen diejenigen einzelnen Bündel, deren Blutgefässe sehr gefüllt sind, von röthlicher Farbe. Doch dürfte diese Art von Täuschung, welche bald unter dem Mikroskope in ihrem wahren Lichte erkannt wird, am leichtesten unter allen von jedem nur etwas geübten Beobachter eingesehen werden.

2. Oft werden die feineren und feinsten Nervenbündel, ja in sehr seltenen Fällen sogar die einzelnen Primitivfasern selbst, mit Ablagerungen von Fettkugeln umgeben, welche theils durch ihre Farbe, theils durch ihre feinsten Blutgefässe dem Ganzen jenes grauröthliche Ansehen verleihen *). Diesen Fall fand ich durchgehends vorzüglich an den Zweigen des dritten und zum Theil des zweiten und ersten Astes des fünften Paares bei dem Menschen, dem Kalbe, dem Schaafe, dem Schweine u. dgl.

3. Endlich findet man grauröthliche Fäden, welche sich von den wahren Ganglien nur durch die äussere Form und nicht in ihrem Wesen unterscheiden. Wie nämlich die mit blossem Auge wahrnehmbare äussere Gestalt überall von nur untergeordnetem Werthe ist, so ist dieses auch hier nicht minder der Fall. Sie hängt hier allein von der Anordnung der Kugelmassen ab, welche auf folgende verschiedene Weisen sich modificirt.

a. In den meisten kugligen Ganglien liegt der Hauptheil der durchgehenden Fasern in der Centralaxe des Knotens, die umspinnenden einzelnen Fasern dagegen liegen im Umfange desselben. Daher kann man hier auch oft die durchgehenden Fasern für sich

---

*) An dem Kopfe des Hahnes sieht man neben dem *facialis* und *acusticus* einen eigenen grauröthlichen Faden in das *foramen auditivum internum* eintreten. Untersucht man diesen genauer unter dem Mikroskope, so sieht man, dass er kein Nerve ist, sondern aus einem Convolute von Gefässen besteht, welche durch eine körnige Membran verbunden und von einem Epithelium ganz derselben Natur, wie in dem *plexus chorioideus* desselben Thieres, überzogen werden.

herausziehen. Die kugelförmige Umgebung bleibt zurück und man erkennt in ihr die Kugelmassen mit den sie umspinnenden Fasern, deren abgerissene Enden an vielen Stellen deutlich wahrgenommen werden. Dieses Experiment gelang mir besonders an der hinteren Wurzel des *hypoglossus* des Menschen, an dem *Ganglion thoracicum* des Meerschweinchens u. dgl.

b. Die Anhäufung der Kugelmassen mit den umspinnenden Faserbündeln wird allseitig von den durchgehenden Faserbündeln umfasst, so dass nur am Rande ein Theil der Kugelmassen über den je näher der Peripherie, um so mehr in gekrümmteren Bogen verlaufenden Faserbündeln übrig bleibt. Diese Form findet sich in den Ganglien des *sympathicus* vieler grösseren Säugethiere, vorzüglich deutlich in dem Ganglion des *vagus* bei *perca fluviatilis* (Tab. VII. Fig. 46.) u. dgl. Eine weitere Fortbildung dieser Urform ist in dem Gasser'schen Knoten des Menschen, der Säugethiere und der Vögel, wo die Kugelmassen mit den sie umspinnenden Fasern und Faserbündeln von den durchgehenden Plexus-bildenden umfasst werden. Nach der Zahl der enthaltenen Kugelmassen richtet es sich daher, ob der Knoten eine mehr dreieckige Form hat, wie in dem Menschen, oder eine mehr länglich-runde, wie in den meisten Säugethieren, oder ob er nur einem verdickten Nerven ähnlich sieht, wie in dem grössten Theile unserer Hausvögel.

c. Die Anhäufung der Kugelmassen ist ungleich und nach einer Seite gerichtet. Die durchgehenden Faserbündel scheiden einen grösseren seitlichen Kugelmassentheil von einem weit kleineren Theile derselben, der oft nur einen dünnen bandförmigen Streifen bildet. Diese Form findet sich an den Ganglien des *sympathicus* der Fische (Tab. VII. Fig. 46.), der Schlangen u. dgl. Sie macht unmittelbar den Uebergang dazu, dass

d. die Anhäufung der Kugelmasse einen auf die durchgehenden Faserbündel aufgesetzten Hügel bildet, so dass hier gleichsam zwei For-

mationen des peripherischen Nervensystemes über einander liegen. Diese schon äusserlich mehr einseitige Form findet sich an den Bauchganglien des Barsches, des Karpfens, des Sperlings, der Ratte u. dgl. Nicht selten wird diese durch die Kugelmassen gebildete Erhebung so klein, dass sie von dem blossen Auge nicht mehr als eine bedeutendere Anschwellung wahrgenommen wird. Schon bei allen oben genannten Anschwellungsformationen aber ereignet es sich häufig, dass sich einzelne Kugelmassen in den ein- oder austretenden Nerven fortsetzen, wie ich z.B. in Tab. VII. Fig. 46. u. 47. gezeichnet habe. Hierdurch schon und noch mehr, wenn sie mit Pigment versehen sind, verleihen sie dem Zweige, in dem sie sich befinden, ein röthliches Ansehen, wie dieses zum Theil an den Zweigen des *Ganglion oticum* der Säugethiere, der Kiemennerven der Fische u. dgl. der Fall ist. Noch mehr steigert sich jedoch dieses Verhältniss, wenn die Kugelmassen innerhalb und zwischen den durchgehenden Nervenbündeln so liegen und von ihren einzelnen oder mehrfachen Primitivfasern so umfasst werden, dass keine bloss locale Anschwellung des ganzen Nerven entsteht, sondern der mehr oder minder verdickte Faden eine kürzere oder längere Strecke verläuft. Dieser Fall tritt zum Beispiel in dem ganzen Verbindungsstrange der Halsganglien des *N. sympathicus* des Menschen, der oberen Brustganglien der Ratte (Tab. VI. Fig. 42.) u. dgl. ein. In den Verbindungssträngen des *sympathicus* des Meerschweinchens ist dieses Verhältniss nur in einem Theile des fortlaufenden Stranges dicht unter dem Ganglion aufzufinden.

Wir haben nun so auf rein synthetischem Wege uns erst einen collectiven Begriff von der wahren Natur der Ganglienformation oder, wie wir sie richtiger nennen, der peripherischen interstitiellen Belegungsformation verschafft. Sie besteht keinesweges darin, dass etwa eigenthümliche von den motorischen und sensiblen Cerebrospinalnerven verschiedene und charakteristisch gebaute, organische oder vege-

tative Primitivfasern hinzukämen, sondern die aus dem Hirne und dem Rückenmarke entspringenden motorischen und sensiblen Primitivfasern, welche auf das mannigfaltigste nach den durch das Totale des Organismus und das Specielle der einzelnen Systeme, Organe, Organtheile und Gewebe bestimmten Gesetzen zu Nervenstämmen eingehen und sich in untergeordnete Zweige, welche durch diesen vielfachen Wechsel der gegenseitigen Aneinanderlage schon die freien Plexus bilden, wiederum trennen, nehmen an einzelnen Stellen eigenthümliche Kugelmassen zwischen sich, umspinnen und umschliessen dieselben und verlaufen dann ohne ferneren sichtbaren Unterschied von den übrigen Cerebrospinalnerven zu den peripherischen Theilen des Körpers weiterhin fort. Das grauröthliche Aussehen, die Anschwellung zu Ganglien u. dgl. sind nur untergeordnete und mehr secundäre Erscheinungen der wahren peripherischen interstitiellen Belegungsformation. Nun wird es uns aber auch leichter seyn, die einzelnen Theile dieser Bildungen speciell durchzugehen. Die hierbei nothwendige Wiederholung dürfte darin ihre hinreichende Entschuldigung finden, dass ich bei Darstellung der wahren Natur eines der wichtigsten Gebilde des thierischen Organismus eben so genau als allgemein verständlich seyn möchte.

Sowohl die gangliöse Anschwellung, als auch der Verbindungszweig werden ganz nach aussen von einer zellgewebigen Hülle eingeschlossen, deren Stärke mit der Dicke und Intensität der in dem Inneren enthaltenen zelligen Scheiden, besonders der Kugeln, in gleichem Verhältnisse steht. Obgleich sie die ganze äussere Oberfläche des Knotens oder des Verbindungszweiges rund herum gleich einer einfachen und glatten Membran umschliesst, so setzen sich doch einzelne Zellgewebsfasern fort, um sich mit den auf gleiche Weise zellgewebigen Scheiden der Kugeln zu verbinden. So erlangen diese Theile eine besondere Festigkeit, wo die Fasern sehr stark und sehr

häufig sind, wie z. B. vor Allem in dem *N. sympathicus* des Menschen. Ist dagegen das Entgegengesetzte der Fall, so erscheint das Ganglion sehr zart und weich, wie z.B. in den Ganglien des sympathischen Nerven der Fische. Eine Mittelform ist die, wo die Scheide mehr selbstständig, wie z. B. an dem *sympathicus* der Eidechsen, oder eine ganz fremde Haut, wie z.B. in dem Gasser'schen Knoten der Vögel ist. Hier existirt ausser diesem heterogenen, selbstständigen Ueberzuge nur noch eine feinzellige mehr oder minder gesonderte Hülle, welche oft, wie eben in dem Gasser'schen Knoten, an den Rändern, da wo die plexusbildenden, durchgehenden Primitivfasern sich befinden, etwas stärker ist, als in der Mitte, wo mehr Kugelmassen liegen.

Wie wir oben schon gesehen haben, dass die *pia mater* mit Pigmentramificationen bisweilen versehen ist, so findet sich etwas durchaus Aehnliches auf der membranösen Scheide des *N. sympathicus* vieler Amphibien, wie der Frösche, der Eidechsen, der Schlangen u. dgl. Ob hier wahre Pigmentramificationen, oder blosse Pigmentflecke zu Stande kommen, hängt von der Individualität und dem Alter des Thieres ab. Immer sind aber die schwarzen und bräunlichen Farben sehr frisch und zeigen dieselbe Lebhaftigkeit noch in Thieren, die selbst schon Jahre lang in Weingeist aufbewahrt worden sind.

Wie in der Folge deutlicher erhellen soll, ist es von höchster Wichtigkeit, die verschiedene Dicke der Hüllen in den verschiedenen einzelnen peripherischen interstitiellen Belegungsformationen zu bestimmen. Was die Nervenfasern, sowohl die durchgehenden und Plexusbildenden, als die umspinnenden betrifft, so behalten diese in den meisten der von mir untersuchten peripherischen interstitiellen Belegungsformationen die den Primitivfasern der Nerven überhaupt eigenthümliche Stärke der Scheide. Nur durch gewaltsames Trennen mit dem Messer gelingt es, einzelne varikös angeschwollene Primitivfasern zu erzeugen. Wird dagegen ein unverletztes Ganglion unter dem Com-

pressorium behandelt, so erscheinen auch hier die Begrenzungslinien der einzelnen Primitivfasern eben so gerade verlaufend, als in dem unverletzten peripherischen Nerven überhaupt. Nur die Untersuchung des ganz frischen *N. sympathicus* des Menschen, besonders in den *Gangliis cervicalibus* und *thoracicis* lehrt, dass die Scheiden der enthaltenen Primitivfasern sehr dünn, ja fast so zart, als in dem Gehirne sind, daher hier fast unter jeder noch so vorsichtigen Behandlung variköse Fäden zum Vorschein kommen. Je länger aber die Leiche gelegen, um so weniger scheint dieser Fall einzutreten. Der Grund liegt offenbar in einer in Folge des Todes erzeugten Veränderung des Consistenzgrades des Inhaltes der Primitivfasern.

Eine bei weitem grössere Zahl von Verschiedenheiten bieten die ebenfalls zellgewebigen Scheiden der Kugeln der peripherischen interstitiellen Belegungsmassen dar. Ja man kann mit vollem Rechte die Behauptung aufstellen, dass wohl die Natur in den verschiedenen Gebilden der verschiedenen Thiere in Rücksicht der Stärke und Festigkeit alle nur möglichen Stufen durchlaufe. Um die Natur dieser Hüllen am besten kennen zu lernen, muss man solche Ganglien wählen, welche sich durch eine besondere Stärke der Scheiden ihrer Kugeln auszeichnen. Hierher gehören vorzüglich das *Ganglion Gasseri* und *ophthalmicum* des Menschen, die Ganglien des *N. sympathicus*, das *G. ophthalmicum*, das *G. oticum* vieler Säugethiere und grösseren Vögel u. dgl. mehr. Wird ein solcher Knoten im Ganzen unter das Compressorium gebracht, so sieht man die Scheiden höchstens als eine zweite, die kreisförmige Begrenzung der Kugel genau concentrisch begleitende Doppellinie. Und selbst die Möglichkeit, diese unvollständige Beobachtung zu machen, gehört hier noch zu den Seltenheiten. Setzt man den Druck so lange fort, bis die äussere Hülle des Ganglions berstet, so wird zwar in der Regel das Ganze vollkommen zerstört; bisweilen treten jedoch durch den Riss einzelne Kugeln

hervor. Es gelingt nun nicht so sehr selten, besonders in dem *Ganglion ophthalmicum* des Schaafes (Tab. VI. Fig. 39.), solche Kugeln zu erhalten, welche noch in ihrer zellgewebigen Hülle eingeschlossen sind. Man erkennt dann, besonders mit Linsen von kurzer Focaldistanz, die einzelnen Zellgewebfasern der Scheide. Am sichersten verfährt man zu diesem Zwecke, wenn man ein aus der Mitte herausgeschnittenes Stück eines Ganglions zerrupft und dann entweder ganz frei oder nur sehr leise gepresst betrachtet. Während dann in der Regel von ihren Scheiden befreite Kugeln in der umgebenden Flüssigkeit herumschwimmen, sieht man an den Rändern des Schnittes mehrere in ihren Hüllen noch eingeschlossene Kugeln. Besonders an den Stellen, welche durch die vorangegangene vorbereitende Operation stärker gezerrt worden waren, sieht man bisweilen, dass die Scheide jeder einzelnen Kugel nicht in sich geschlossen endiget, sondern sich mit der Scheide einer benachbarten Kugel durch einen verhältnissmässig dicken fadenförmigen Fortsatz verbindet. Dieses Verhältniss habe ich z. B. in Tab. VII. Fig. 50. aus dem Gasser'schen Knoten des Menschen dargestellt.

Während in den oben genannten Ganglien die Scheide einen so hohen Grad von Stärke und Festigkeit darbietet, wird sie z. B. schon in dem *Ganglion coeliacum* des Meerschweinchens, in den Ganglien der hinteren Rückenmarkswurzeln der meisten Säugethiere, in fast allen Ganglien der Vögel um vieles dünner. In den peripherischen interstitiellen Nervenformationen der Fische wird sie meist ihrer ungemeinen Zartheit wegen nur mit grösster Mühe und nur bei gedämpftem Lichte wahrgenommen. Sehr zart und weich erscheint sie auch in dem Gasser'schen Knoten der meisten Säugethiere und Vögel. Endlich bildet sie nur ein weiches, fadenziehendes, zellgewebartiges Gewebe in dem *N. sympathicus*, dem *Ganglion coeliacum*, den Ganglien des *plexus renalis* u. dgl. des Menschen.

Wir können also in Rücksicht auf die Dicke und Festigkeit der Scheiden sowohl der Nerven, als der Kugeln der peripherischen interstitiellen Belegungsformation folgende Hauptgruppen unterscheiden.

1. Hülle der Kugeln sehr zart, bloss schleimig, und Hülle der Primitivfasern sehr fein, doch schon fester als die der Kugeln. Das Ganze von vielen festen Zellgewebfäden durchsetzt. *N. sympathicus, Ganglion coeliacum* des Menschen u. dgl.

2. Hülle der Kugeln sehr zart, fast bloss schleimig. Primitivfasern der Nerven von gewöhnlicher Festigkeit. Ganglien des *N. sympathicus* grösserer Säugethiere.

3. Hülle der Kugeln eine sehr dünne und zarte, gesonderte zellgewebige Membran. Hülle der Primitivfasern wie gewöhnlich. *Ganglion Gasseri* der meisten Säugethiere und Vögel, *N. sympathicus* der Fische.

4. Hülle der Kugeln fester. Hülle der Primitivfasern wie gewöhnlich. *Ganglion Gasseri* des Menschen.

5. Hülle der Kugeln sehr fest, mit verschiedenen aufsteigenden Graden ihrer Stärke. Hülle der Primitivfasern wie gewöhnlich. Alle übrigen oben genannten peripherischen, interstitiellen Belegungsformationen.

Die grosse Wichtigkeit dieser scheinbar so kleinlichen Unterschiede wird aus dem Verfolge dieser Abhandlung deutlich genug erhellen. Wir haben unter diesen fünf Classen nur die Haupttypen zusammengefasst, da wir leider kein Maass besitzen, um die Intensität der Stärke der Scheiden scharf zu bestimmen und genau zu bezeichnen. Ihre Dicke ist zu gering, als dass durch mikrometrische Messungen sichere Resultate zu erhalten wären. Es versteht sich aber, dass jeder Theil eines jeden Thieres auch hierin seine individuelle, charakteristische Eigenthümlichkeit hat.

Das Contentum der Primitivfasern in allen, sowohl plexusbildenden als umspinnenden Nerven gleicht durchaus dem Inhalte der übrigen peripherischen Nerven.

Die Kugeln selbst zeigen die grössten Differenzen, so wie überhaupt die interessantesten Eigenthümlichkeiten. Ihre Haupt- oder Parenchymmasse ist meistentheils ein grauröthlicher feinkörniger Stoff, welcher durch eine helle durchsichtige, etwas zähe, nicht selten sich in Fädchen ziehende Masse (Blastem) getränkt und zusammengehalten wird. Bei den Fischen ist dieses Parenchym sehr durchsichtig und wasserhell und enthält kleine, zerstreute, vereinzelte, runde Körperchen. Hierdurch wird nun ein unmittelbarer Uebergang zu einer Formation gemacht, die wir weiter unten als allgemeine Bildung bei den wirbellosen Thieren antreffen werden.

Die Form dieser Parenchymmasse anlangend, so zeigt jede Kugel innerhalb des unverletzten Ganglions, oder nur noch von ihren Primitivfasern eingeschlossen oder umsponnen, eine durchaus kreisförmige Peripherie. Nicht so dagegen, sobald sie isolirt und von ihrer Umgebung befreit wird. Hier hat sie nicht selten eine längliche Gestalt (Tab. VI. Fig. 37.* u. Fig. 39. Tab. VII. Fig. 49. u. Fig. 52.). Oft ist das eine Ende etwas zugespitzt, oft sogar in einen schmalen, schwanzartigen Anhang verlängert (Tab. VII. Fig. 51.). Besonders die letztere Form könnte leicht zu der Vermuthung Veranlassung geben, dass sich diese Verlängerung in eine eigene organische Nervenfaser fortsetze. Allein abgesehen von der grossen Differenz, welche zwischen dem Inhalte der Primitivfasern und dem Parenchyme der Kugeln stattfindet, muss schon der Umstand, dass man bisweilen eine solche geschwänzte Kugel von ihrer zellgewebigen Scheide völlig umschlossen findet, diese nur durch die bisherige Doctrin der Nervenphysik bedingte Vermuthung gänzlich zu nichte machen.

Mehr oder minder in der Mitte des Parenchymes einer solchen Kugel sieht man einen runden hellen Kern und in der Mitte dieses ein rundes Körperchen. Betrachtet man aber diese Objecte mit aplanatischen Gläsern oder mit Linsen von kurzer Focaldistanz, so sieht man, dass beide nichts weniger als in einer Ebene liegen. Der grössere Kern befindet sich in der Tiefe in die Parenchymmasse eingesenkt. Das kleinere scheinbar in ihm befindliche Körperchen dagegen ganz an der Oberfläche. Diese Wahrnehmung wird noch mehr bestätigt, sobald es gelingt, die immer etwas platten Kugeln so zu wenden, dass das Körperchen auf den einen Seitenrand zu stehen kommt *) Die Parenchymmasse sey welcher Natur sie wolle, so sind beide *nuclei* immer hell und durchsichtig und gehen leicht bei fortgesetztem Pressen zu Grunde. Der grössere besteht aus einer umschliessenden Membran und einer eingeschlossenen hellen Flüssigkeit. Der kleinere scheint durchaus solide zu seyn.

Diese Elemente sind allen Kugeln der peripherischen interstitiellen Belegungsformation durchaus gemein. Aber da, wo die Hüllen der Kugeln so überaus zart sind, gelingt es nur unter glücklichen Umständen, dieselben isolirt wahrzunehmen. Doch kann man sich bei einiger Mühe und Ausdauer auch hier von ihrer Existenz bestimmt überzeugen. Man muss dann mit einem sehr scharfen, spitzen, zweischneidigen Messerchen Schnitte von einem bestimmten mässigen Grade der Dicke anfertigen und diese entweder ganz frei oder nur leise gepresst mit aplanatischen Ocularen betrachten.

*) Ich begnüge mich, hier nur vorläufig auf die Analogie mit den Organtheilen des Ovariums hinzudeuten, welche hier in der äusseren Erscheinung stattfindet. Die Hülle der Kugel entspräche der Dotterhaut; das Parenchym dem Dotter; der grössere *nucleus* dem Keimbläschen und der kleinere *nucleus* dem Keimflecke. Weiter unten, bei Gelegenheit der Untersuchung des Nervensystemes der wirbellosen Thiere werden wir auf diese interessante Aehnlichkeit noch einmal zurückzukommen Gelegenheit haben.

*

Ausserdem finden sich aber in denjenigen peripherischen interstitiellen Belegungsformationen, welche meist schon dem blossen Auge eine dunkelere grauröthliche Farbe zeigen, eigenthümliche Pigmentdeposita, welche eben diese dunkelere Färbung erzeugen. Bald sind die einzelnen sehr kleinen Pigmentkörperchen auf der Oberfläche der Kugeln mehr zerstreut, wie in dem *N. sympathicus* des Menschen (Tab. VI. Fig. 39*.), bald bilden sie einen mehr halbmondförmigen Fleck, wie in dem *Ganglion Gasseri* des Menschen (Tab. VII. Fig. 49.) *), bald bilden die zu einer kreisförmigen Figur zusammengestellten Pigmentkügelchen einen dem inneren *nucleus* entsprechenden äusseren Kern (Tab. VI. Fig. 42.), oder mehrere auf der Oberfläche der Kugel mehr oder minder kreisförmig gestellte, isolirte, circuläre Flecke (Tab. VII. Fig. 53.) u. dgl. mehr.

Wenn solche Pigmentdeposita in denjenigen peripherischen interstitiellen Belegungsformationen vorkommen, deren Kugeln von einer äusserst zarten Hülle eingeschlossen werden, so scheint es, sobald man unter dem Compressorium den Schnitt nicht äusserst vorsichtig behandelt und die discreten Kugeln vernichtet hat, als ob in der gleichförmig feinkörnigen Parenchymmasse einzelne, isolirte, nach bestimmten Gesetzen geordnete Pigmentnester eingelagert wären. Diesen Fall habe ich in Tab. VI. Fig. 36. aus dem Gasser'schen Knoten des Schaafes, und in Tab. VI. Fig. 37. aus dem sympathischen Nerven des Menschen dargestellt. Gelingt es aber hier, die einzelnen Kugeln zu isoliren, so überzeugt man sich, dass das Verhältniss von dem Normale durchaus nicht abweicht.

Um aber die Bedeutung und das Wesen aller, bisher ausführlich dargestellter Entdeckungen, sowohl über die peripherischen En-

---

*) Doch geht oft in Folge der eintretenden Maceration die letztere Form in die erstere über.

den der Nerven, als über das mit völligem Unrechte sogenannte Gangliensystem, wie auch über die Einpflanzung der Primitivfasern in Hirn und Rückenmark zu verstehen, um überhaupt den wunderbar einfachen Urtypus der Organisation des Nervensystemes zu erkennen, müssen wir noch die allgemeinen Umrisse der Elementartheile des Hirnes und Rückenmarkes nach ihren nicht minder merkwürdigen Verhältnissen darstellen.

Bekanntlich bestehen das Hirn und das Rückenmark vorzüglich aus zwei Substanzen, nämlich der weissen und der grauen. (Von den übrigen anders gefärbten Massen soll sogleich die Rede seyn.) Die weisse Substanz zeigt die schon so vielfach untersuchte Faserung, welche jedoch bisher noch keineswegs bis zu den feinsten zu sicheren Resultaten führenden Details vorgedrungen ist. Denn was man in dieser Hinsicht nach der Untersuchung mit freiem Auge und unter einer schwachen Loupe als Faser bezeichnet, ist schon ein Aggregat von Fasern, welche keineswegen einen so einfachen Verlauf besitzen. Alle künstlichen Hilfsmittel, wie das Erhärten in Weingeist, das Aufbewahren in Alaun, in Kreoset u. dgl. können nur dazu dienen, die Erkenntniss der gröberen Faserstränge, der grösseren oder kleineren Faserbündel nach ihrem Hauptverlaufe kennen zu lernen. Das genaue Detail der feinsten Fasern vermag nur die mikroskopische Untersuchung des ganz frischen Gehirnes und Rückenmarkes nachzuweisen. Am besten verfährt man daher, wenn man diese Theile aus eben geschlachteten Thieren entnimmt. Denn wie das Blut bald nach dem Tode gerinnt und so eine einfache Scheidung seiner Bestandtheile eingeht, wie wir an den eben aus dem lebenden entnommenen Blutkörperchen während der Beobachtung ihre Kerne deutlicher werden sehen, ganz so erleidet auch die Nervenmasse nach dem Stillstande ihrer Thätigkeit im lebenden Organismus analoge Veränderungen, die sich hier mehr gleich im Anfange in den feinsten Nüancirungen der Consi-

stenz am deutlichsten aussprechen. Die aus noch warmen Thieren herausgeschnittenen Centraltheile zeigen einen verhältnissmässig nicht ganz geringen Grad von Härte, der wahrscheinlich grösstentheils durch die stärkere Tension der zellgewebigen Scheiden bedingt wird. Von Stunde zu Stunde nimmt dieser Härtegrad ab, so dass bald Hirn und Rückenmark eine weiche dehnbare Masse darstellen, bis sie endlich in Folge der Maceration zu einem Breie sich umändern.

Die Methode, nach welcher man bisher fast immer nur die weisse Substanz zu untersuchen pflegte, dass man nämlich einen feinen Schnitt derselben mit Nadeln zerriss, konnte die varikösen Fäden zwar deutlich zeigen, mehr aber nicht leisten, am wenigsten über die Faserung irgend einen Aufschluss geben. Um den Weg zu finden, auf welchem über dieses wichtige Verhältniss der vollständigste Aufschluss erhalten zu werden vermag, wollen wir wiederum rein synthetisch verfahren. Wir sehen uns zuvörderst nach solchen Theilen um, welche schon dem blossen Auge eine deutliche Faserung darbieten, andererseits aber von der Natur selbst zu ziemlich dünnen, leicht trennbaren Lamellen gebildet sind. Parthieen der Art finden sich an vielen Stellen des Gehirnes des Menschen und der Wirbelthiere, wie z. B. in dem vorderen und hinteren Marksegel des Menschen, in der grossen Seitenausstrahlung der Fasern auf der inneren Oberfläche der Seitenventrikel der vier Wirbelthierclassen, auf der inneren Oberfläche der Höhlung des kleinen Gehirnes der Fische u. dgl. Wird nun mit einem feinen zweischneidigen Messerchen ein Stück einer solchen Lamelle vorsichtig unter Wasser losgelöst, unter das Compressorium gebracht und bei hellem Tageslichte untersucht, so überzeugt man sich, dass der äussere, mit freiem Auge wahrnehmbare Schein, als ob hier die einzelnen Fasern oder Faserbündel divergirten, durchaus ungegründet ist. Vielmehr bilden diese Faserbündel der einfachsten Primitivfasern die schönsten und verwickeltsten, nach Verschiedenheit der Stellen

genau charakteristischen Plexusformationen, wie sie nur (natürlich mit dem Unterschiede der grösseren Stärke der Scheide und der veränderten Umgebung) in irgend einem peripherischen Plexus vorkommen können *). Die Faserbündel erscheinen als dunkele Linien von grösserer oder geringerer Breite, in denen man an vielen einzelnen Stellen die linearen Begrenzungen deutlich erkennt, ohne jedoch die entfernteste Spur von varikösen Fäden wahrzunehmen. Wird nun der Druck des Compressorium's mit besonderer Vorsicht allmälig verstärkt, so treten zuerst die Faserbündel auseinander, werden an einzelnen Stellen deutlicher und zeigen die in ihnen enthaltenen Primitivfasern an einzelnen Puncten genauer. Setzt man jedoch den Druck ferner fort, so kann man bei sehr vorsichtiger Beobachtung mit aller Bestimmtheit wahrnehmen, wie in Folge der nun stattfindenden allzugrossen Zerrung sich einzelne variköse Fäden aus den Primitivfasern bilden. Diese erscheinen zuerst an zwei Puncten, nämlich 1) in den schief verlaufenden Fasern, zwischen den einzelnen longitudinellen Faserbündeln, wo also bei der Vergrösserung des Breitendurchmessers die Masse des Schnittes den grössten Zug erleidet, und 2) auf der äussersten Oberfläche der dickeren Faserbündel, wo die Masse von oben nach unten die grösste mechanische Einwirkung erfährt. Die äusserst zarte, kaum wahrnehmbare, fast halbweiche, zellgewebige Scheide der Primitivfasern erleidet hier eine mechanische Verletzung, durch welche an einzelnen discreten Puncten das innere ölartige Contentum seine kugelige Gestalt anzunehmen vermag. Auf diesem Wege sieht man die sogenannten varikösen Fäden in Folge der angestellten Untersuchungsmethode unter seinen eigenen Augen entstehen. Freilich verleitet anfangs die scheinbare Regelmässigkeit der Kugeln dieser Fäden,

*) Diese Beobachtung gelingt auch noch an Hirnen, die von Weingeist vollkommen durchdrungen sind.

die oft merkwürdige bestimmte Gleichheit der Distanz der Anschwellungen u. dgl. zu der irrigen Ansicht, als seyen die Varikositäten ein ächtes Naturproduct. Je öfter und vorsichtiger man aber die Untersuchung vornimmt, um so mehr überzeugt man sich mit aller nothwendigen Bestimmtheit, dass jede scheinbare Regelmässigkeit der blosse Effect von einzelnen localen Zufällen und accessorischen Verhältnissen sey. Ich wiederhole es nochmals, dass man das Gehirn aus eben geschlachteten Thieren zu diesen Beobachtungen entnehmen muss. Eine andere Vorsichtsmaassregel ist aber noch, die Centraltheile des Nervensystemes aus alten Thieren zu wählen, weil hier die festeren zellgewebigen Scheiden mehr aushalten. Die Vergleichung des Gehirnes des Kalbes und des Ochsen kann hierüber am genauesten belehren.

Wie leicht es sey, über den feineren Bau der weissen Substanz des Gehirnes durch eine zu grobe Behandlung ganz unrichtige Begriffe zu erhalten, lehrt vor allem das Gehirn der Fische. Wird nämlich eine sehr dünne Lamelle desselben, wie dieses gewöhnlich geschieht, durch zu starken Druck gepresst betrachtet, so sieht man immer grössere oder kleinere, runde und helle ölige Kugeln, zwischen denen sich kleine unregelmässige Körperchen, so wie auch ganz kleine und feine Molekularkörperchen befinden. Dieses immer unter solchen Verhältnissen eintretende Ergebniss ist dessen ungeachtet durchaus unwahr und bietet auch nicht ein einziges richtiges Moment dar. Denn presst man eine etwas dickere, taugliche Lamelle allmälig und verfolgt von Moment zu Moment ganz genau die Gestaltveränderungen, welche die Masse hierdurch erleidet, so sieht man, dass die weisse Substanz nur aus den mehr oder minder starken Bündeln der hier im Allgemeinen sehr dünnen Primitivfasern besteht, deren Zerstörung, wie in den höheren Thieren, so auch hier, die grossen öligen Kugeln erzeugt. Die übrigen Körperchen und Kügelchen verdanken ihren Ursprung

der destruirten grauen Substanz, wie wir sogleich nachzuweisen Gelegenheit haben werden. Diese Täuschungen, welche sich unter ähnlichen Verhältnissen auch an den Gehirnen der höheren Thiere und des Menschen mit einigen Modificationen wiederholen, haben sich durch alle bisher veröffentlichten Untersuchungen der feineren Organisation dieser Theile hindurchgezogen.

Wir sehen also, dass die Primitivfasern der weissen Substanz der Centraltheile des Nervensystemes durch künstliche Behandlung im Wesentlichen denselben Veränderungen ihres einfacheren naturgemässen Zustandes unterworfen sind, welche wir an den Primitivfasern der peripherischen Nerven am Anfange unserer Abhandlung auseinander gesetzt haben. Die hier noch weit feinere und zartere Hülle kann nur noch leichter zu Irrthümern verleiten und hat es auch in hinreichendem Maasse gethan.

In vielen der oben angeführten feineren Lamellen, in welchen die Faserbündel dem blossen Auge auszustrahlen scheinen, wie z. B. in denen auf der inneren Oberfläche der Höhlungen der Hemisphären des grossen und des kleinen Gehirnes, zeigen die Faserbündel eine Plexusbildung, die trotz ihrer vielfachen Combination doch noch verhältnissmässig einfach genannt werden muss. Ausser dieser aber bilden sie z. B. im hinteren Marksegel des Menschen, wie schon oben angeführt worden, die schönste Kreuzung der von beiden Seiten kommenden und wunderbar symmetrisch gestellten Faserbündel, deren Hauptäste in angenehm geschwungenen Bogen nach entgegengesetzten Seiten hin gerichtet verlaufen.

Hat man sich durch Untersuchung der eben beschriebenen feinen Lamellen zu fernerer Beobachtung der weissen Substanz vorbereitet, so kann man jede andere mit gleichem Glücke der Beobachtung unterwerfen. Um mässig dicke Schnitte ohne Verletzung der feinsten Elementartheile zu erhalten, bediente ich mich einer sehr dünnen, aber

breiten Staarnadel, die an beiden Seiten schneidend ist und eine äusserst feine Spitze hat. Diese wird nun in die Oberfläche der weissen Substanz eingestochen und so weit vorgeschoben, bis eine feine getrennte Lamelle auf dem Instrumente liegen bleibt. Wird nun ein solcher feiner Schnitt z. B. aus dem *centrum semiovale Viesseuxii* — einer an sich nichts sagenden Bezeichnung der Organtheile des Gehirnes — des Menschen oder der Thiere unter dem Compressorium behandelt, so kehren im Allgemeinen die oben auseinandergesetzten Erscheinungen der Primitivfasern wieder. Die Bündel derselben verlaufen hier im Allgemeinen fast nur transversal von aussen nach innen, während die einzelnen Bündel zu den verschiedensten Plexusformationen eingehen. Wer durch Untersuchung der peripherischen Plexus und der Ganglien hinlänglich vorbereitet ist, erkennt hier eine analoge Plexusformation, die nur hier auf die kleinsten Puncte beschränkt ist und daher in geringen Parthieen vielfach wiederkehrt. Dieselbe Erfahrung lässt sich überall machen und an jedem Stückchen des ganz frischen Gehirnes oder Rückenmarkes mit Leichtigkeit wiederholen. Mit einem Worte, je mehr man seine Untersuchungen vervielfältigt, um so mehr überzeugt man sich, dass in allen Theilen der weissen Substanz des Gehirnes und des Rückenmarkes die Primitivfasern in einzelnen Bündeln fortgehen, nie aber mit einander anastomosiren oder sich in einander öffnen, und dass sie in ihrem Verlaufe die combinirtesten Plexus bilden, ganz so, wie es in den peripherischen Nerven der Fall ist. Ueber den Grad der Zartheit der Scheide, der ein überaus wichtiges und wesentliches Moment ist, werden wir sogleich einiges Nähere anzugeben Gelegenheit haben.

Wir haben oben schon gesehen, dass jede einzelne Primitivfaser der peripherischen Nerven eine continuirlich mit ihr verbundene Primitivfaser des Gehirnes oder Rückenmarkes, kurz der weissen Substanz des Centralnervensystemes, zu ihrem Repräsentanten hat.

Hier ist also eine äusserst gedrängte Sammlung aller Primitivfasern, welche sich in der Peripherie des Körpers verbreiten. Es frägt sich nun zunächst, ob die Primitivfasern der weissen Substanz den Primitivfasern der peripherischen Nerven der Zahl nach genau entsprechen oder nicht, d. h. ob in dem letzteren Falle noch innerhalb der weissen Masse neue Fasern hinzukommen, welche hier anfangen und hier ebenfalls endigen. Bei der fast unendlichen Zahl von Fasern, welche hier zusammengehäuft sind, bei der Nothwendigkeit, nur sehr kleine Stückchen genau zu untersuchen, ist es natürlich ganz unmöglich, hierüber eine völlig definite Antwort zu ertheilen. Allein aus meinen sehr zahlreichen Untersuchungen kann ich als negatives Resultat anführen, dass es mir bisher nie glückte, Anfänge und Enden der Primitivfasern der Centraltheile, wie wir die Letzteren bald darstellen werden, innerhalb der weissen Substanz wahrzunehmen. Wo man diese auch untersuche, immer zeigen sich nur an beiden Enden abgeschnittene fortlaufende Primitivfasern.

Es bliebe nun noch übrig, die letzten Enden der Primitivfasern innerhalb der Centraltheile des Nervensystemes darzustellen. Allein diese Schilderung kann nur verstanden werden, wenn man die eben so merkwürdigen und bisher noch gar nicht beschriebenen Verhältnisse der Belegungsmassen des Hirnes und des Rückenmarkes kennt. Damit daher dieses Desiderat erfüllt werde, brechen wir den Faden unseres Vortrages über die Natur der weissen Substanz vorläufig ab, um ihn nach Erkenntniss der Belegungsformationen des Hirnes und Rückenmarkes vorbereiteter wiederum aufnehmen zu können.

Ausser der weissen unterscheidet man in dem Hirne und dem Rückenmarke des Menschen und der Wirbelthiere die sogenannte graue Substanz, von welcher dann zwei Reihen von Farbennüancen nach beiden Seiten hin ausgehen, nämlich einerseits die gelbe, andererseits die schwärzliche und schwarze, als die hellere und dunkelere

Formation. Wie diese Letzteren entstehen, soll sogleich erhellen. Zuvörderst aber möge uns die graue oder vielmehr grauröthliche allein beschäftigen.

In der Regel sind die feineren Schnitte der grauröthlichen Substanz zu dunkel, als dass sie ohne weitere Vorbereitung mikroskopisch genau untersucht werden könnten. Werden sie aber zwischen zwei Glasplatten zerpresst, so sieht man nur eine halbfeste, zähe, grauröthliche Masse, in welcher sich hin und wieder einzelne, etwas grössere und sehr viele überaus kleine Körperchen unterscheiden lassen. Da die Letzteren trotz der ausserordentlichen Gedrängtheit ihrer Stellung durch einen sehr feinen, zähen, zellgewebeartigen Stoff mit einander verbunden werden, so geschieht es grösstentheils, dass mit Ausnahme des Randes des Schnittes die äusserst kleinen und feinen Kügelchen der gesammten Masse isolirt fast gar nicht unterschieden werden können, sondern das Ganze nur ein äusserst feinkörniges Ansehen hat. In solchen Schnitten, welche ganz frischen oder in Salzwasser aufbewahrten Hirnen und Rückenmarken entnommen worden sind, sieht man noch äusserst zierliche, meist rundliche oder viereckige Blutgefässnetze die ganze Masse durchziehen. Dieses nichts weniger als genügende Resultat ist das allgemeine Ergebniss dessen, was sich auf diesem Wege finden lässt *). Es steht dem Erfolge ganz zur Seite, den

*) Der Kenner wird einsehen, dass diese Angaben mit den naturgetreuen Relationen Ehrenberg's (Poggendorff's Annalen 1835. S. 451) gänzlich übereinstimmen. Wenn aber G. P. Treviranus (Beiträge zur Aufhellung der Gesetze und Erscheinungen des organischen Lebens. II. S. 29) die graue Substanz aus gewundenen Cylindern bestehen lässt, so hat er sich entweder durch die Unebenheiten der Oberfläche, oder durch das feine durchziehende zellgewebartige Wesen täuschen lassen. Unbegreiflich ist es, wie er der grauen körnigen Masse, die doch jede Behandlung und selbst einen bedeutenden Grad der Maceration aushält, seine Aufmerksamkeit gänzlich entziehen konnte. Selbst in den im Weingeiste Jahre lang aufbewahrten Hirnen und Rückenmarken zeigt die graue Masse eine Aggregation

man auch durch die unzweckmässige Untersuchung der weissen Substanz des Gehirnes erlangt, wie wir oben an dem Beispiele des Fischgehirnes erläutert haben.

War es aber schon nicht ganz leicht, die wahre Natur der weissen Substanz zu erkennen und in ihren Einzelheiten zu verfolgen, so treten, sobald man dasselbe mit der grauen Substanz zu thun beabsichtigt, noch unendlich mehr Hindernisse in den Weg. Diese haben vorzüglich darin ihren Grund, dass das feine, die Masse durchziehende zellgewebige Wesen einerseits sehr weich, fast nur halbweich ist, andererseits die ganze graue Substanz selbst einen geringen Grad von Consistenz besitzt. Dieser letztere rührt aber besonders daher, dass die nahe an einander liegenden Körperchen der grauen Substanz durch einen äusserst weichen zellgewebigen Stoff verbunden werden. Man sieht nun bald ein, dass, wenn auch in einer Masse der Art die bestimmtesten Abtheilungen der einzelnen Parthieen existiren, sie doch mit grösster Leichtigkeit bei jeder mechanischen Gewalt verschoben oder zerstört werden müssen. Daher ist es nothwendig, besondere Kunstgriffe zu solchen Beobachtungen, sobald sie zu bestimmten Resultaten führen sollen, anzuwenden.

Da die graue Substanz gegen chemische Reagentien eben so empfindlich ist, als die weisse, so können diese eben so wenig zur Erlangung sicherer Resultate benutzt werden. Man muss sich daher nur ganz frischer Theile (am besten wieder von eben geschlachteten Thieren) bedienen, und durch Geduld und Ausdauer die Schwierigkeiten aller Art zu überwinden suchen.

Weil bei jedem zu feinen Schnitte durch die graue Substanz die bald zu beschreibenden Kugeln derselben verletzt werden, so muss man

---

von sehr vielen kleinen Körnchen, die freilich mit den Bestandtheilen der frischen grauen Substanz nicht verwechselt werden dürfen.

mit einem spitzen zweischneidigen Messer eine Lamelle derselben trennen, welche ein bestimmtes Maass von Dicke hat, wie einige Uebung bald zu lehren pflegt. Wird nun ein solches entweder ganz frei oder nur äusserst leise gepresst mit aplanatischen Ocularen bei recht hellem Lichte betrachtet, so sieht man, dass die ganze graue Substanz aus einer Aggregation von dicht bei einander liegenden kugligen Massen besteht. Diese zeigen zwar keine besondere Scheide irgend einer Art, sind aber sowohl auf ihrer Oberfläche, als in ihrem ganzen Innern mit dem feinen zellgewebigen Wesen überzogen und durchsetzt. Sowohl an ganz frischen Gehirnen der höheren Thiere, als auch an gefrorenen *) Gehirnen lösen sich oft, besonders am Rande, solche Kugeln los, so dass sie dann frei in der Flüssigkeit schwimmen. Das Letztere hängt freilich mehr von glücklichen Nebenumständen als von Berechnung ab, zeigt sich aber doch bei anhaltender Beobachtung mit aller Deutlichkeit, so dass ich diese isolirte Form schon in den Centraltheilen des Nervensystemes des Menschen und der vier Wirbelthierclassen deutlich wahrgenommen habe. Zur Erläuterung habe ich dieses Verhältniss in Tab. VII. Fig. 55. 56. aus der grauen Substanz des grossen Gehirnes von *Cyprinus brama* gezeichnet.

Wird nun aber ein solcher Schnitt, auf welchem die Kugeln noch so deutlich mit aplanatischen Ocularen wahrgenommen werden, nur etwas zu stark gepresst, so erscheint die oben beschriebene, dem wahren Naturzustande nicht mehr entsprechende Form der grauen Substanz.

---

*) Nichts zerstört, wie Purkinje zuerst beobachtet hat, Hirn und Rückenmark so sehr, als das Gefrieren. Die aus dem Wasser der Centraltheile sich bildenden Eiskrystalle durchschneiden die Elementartheile mit ihren scharfen, im Acte des Gefrierens schnell vorschreitenden Spitzen. Daher zeigt sich das Ganze nach dem Aufthauen als ein weicher mehr oder minder ordnungsloser Brei. In der weissen Substanz folgen die Eiskrystalle meist der Richtung der Hauptfaserung.

Die schon früher erwähnten Blutgefässe umspinnen nun mit ihren Netzen einzelne oder mehrere dieser dicht bei einander liegenden Kugelhaufen, verbreiten sich jedoch nur auf der Oberfläche der Kugeln und durchsetzen keine einzige derselben. An dem Hirne erstickter oder erwürgter Thiere kann man sich am besten hiervon überzeugen.

In der grauen Substanz verschwinden die dicht bei einander liegenden Kugeln aus dem Grunde so leicht, weil hier die halbweiche Masse (oder vielmehr die des zellgewebigen Wesens jedes einzelnen Theiles derselben) keinen Anhalt an zahlreicheren heterogenen Nachbartheilen hat. Dieses aber ist an den Verbindungsstellen der grauen und der weissen Substanz nicht der Fall, und daher sind gerade hier die Kugeln um vieles leichter wahrzunehmen und in ihren einzelnen Specialitäten genauer zu erkennen. Wir werden nun bald sehen, dass das Verhältniss der weissen und grauen Substanz zu einander ein doppeltes ist. Entweder liegen Kugeln der grauen Substanz, oder, wie wir sie vorläufig schon nennen wollen, die Kugeln der reinen Belegungsformation, zwischen den die mannigfaltigsten Plexus bildenden, aber fortlaufenden Primitivfasern, oder sie befinden sich zwischen und über den letzten Enden der Nervenfasern des Centralsystemes. Man sieht leicht ein, dass bei der hellen Farbe der Nervenfasern der Centraltheile diese Einlagerung je nach der Zahl der Primitivfasern auf die Totalfarbe der Masse, in welcher sich beide Substanzen befinden, Einfluss haben muss. In der That wird auch die Masse, da wo die Zahl der Primitivfasern überwiegt, mehr weisslich-grau, wo dieses aber weniger der Fall ist, mehr grauröthlich seyn. Da hingegen, wo die zwar äusserst zahlreichen, aber nur einzeln verlaufenden Endumbiegungsschlingen der Primitivfasern zwischen den Belegungskugeln sich befinden, wird die Masse gelb, wie bald ausführlich dargestellt werden soll.

Wie nun die Verbindung der Elementartheile der weissen und der grauen Substanz die helleren Farbennüancen der Belegungsmassen bedingt, so wird hingegen die dunkelere Farbenreihe derselben durch eigenthümliche Pigmentdeposita erzeugt. Hier kehren wiederum ganz dieselben Verhältnisse wieder, welche wir schon oben bei Gelegenheit der Kugeln der peripherischen interstitiellen Belegungsformation oder des sogenannten Gangliensystemes auseinander gesetzt haben. Bald sind sie auf der ganzen Oberfläche der Kugeln zerstreut (Tab. VII. Fig. 55. 56.), bald bilden sie einzelne Flecke, bald wahre Pigmentnester (ganz in der Art, wie ich sie in Tab. VI. Fig. 36. 37. dargestellt habe). Der letztere Fall tritt hier wegen der ungemeinen Zartheit der Masse und der Kugeln am häufigsten ein. Der Grund seiner eigenthümlichen Erscheinung ist hier durchaus derselbe, welchen wir schon oben bei Gelegenheit der peripherischen interstitiellen Belegungsformation auseinander gesetzt haben.

Ueberall, wo die grauröthliche und die weisse Substanz in unmittelbare Berührung treten, sind, wie wir schon bemerkt haben, die Kugeln mit allen ihren Theilen genauer zu erkennen. So sieht man, wenn man einen mässigen, weder zu feinen, noch zu dicken Schnitt aus der gelben Masse zwischen der Rinden- und der Marksubstanz der Hemisphären des kleinen Gehirnes gemacht hat, bisweilen theils in der Flüssigkeit, theils auch an dem Rande einzelne Kugeln, welche an einer Seite abgerundet, an der anderen aber mit einem schwanzförmigen Ende versehen sind (Tab. VII. Fig. 54.). Diese Beobachtung hat zuerst Purkinje an dem Schaafe angestellt, und mir selbst gelang es späterhin, dieselbe Formation bei dem Menschen, dem Kalbe, dem Schaafe, dem Schweine und dem Pferde sowohl hier, als in der gelben Substanz der Hemisphären des grossen Gehirnes wieder zu finden. Schon auf den ersten Anblick erkennt man ganz dieselbe Bildung, welche wir oben aus den Ganglien beschrieben haben. Wir finden hier

ganz unter denselben Verhältnissen einen inneren hellen Kern und einen diesem entsprechenden kleinen *nucleus* auf der äussersten Oberfläche. Auch müsste ich mich aus dem Obigen hier wörtlich wiederholen, wenn ich sowohl die Parenchymmasse, als die Kerne speciell beschreiben wollte, da auf diese genau dasselbe passt, was ich oben bei Gelegenheit der Ganglien dargestellt habe.

An der gelben Substanz des kleinen Gehirnes, z. B. des Schaafes, gelingt es bisweilen, solche Schnitte zu erhalten, welche uns über die Lage dieser eigenthümlichen Körper hinreichend belehren. Wir sehen dann, dass sie reihenweise neben einander stehen, ihre abgerundeten Enden nach innen gegen die weisse Substanz, ihre schwanzförmigen Verlängerungen dagegen nach aussen gegen die Rindensubstanz hin richten, wie Purkinje ebenfalls zuerst beobachtet hat. An tauglichen Schnitten der gelben Substanz des kleinen Gehirnes des Pferdes habe ich gesehen, dass alle diese Körper so gestellt sind, dass die auf einander folgenden Reihen abwechseln. So liegt jedes abgerundete Ende der Körper der einen Reihe mitten zwischen den beiden schwanzförmigen Verlängerungen zweier unmittelbar bei einander liegenden Körper der unmittelbar vorhergehenden, gegen die weisse Substanz gerichteten Reihe. Auf diese Weise bilden auch diese Körper auf Schnitten in ihrer Stellung eine in eine Ebene projicirte Spirallinie. Ganz dasselbe ist auch bei den Kugeln der Rindenmasse der Fall, wie man Tab. VII. Fig. 55. u. 56. sieht.

Wo die Kugeln eine schwanzförmige Verlängerung haben, da sind sie von beiden Seiten schwach zusammengedrückt und im Ganzen etwas abgeplattet, wie wir dieses auch oben bei den Kugeln der peripherischen interstitiellen Belegungsformation schon wahrzunehmen Gelegenheit hatten.

Bei dem Menschen und den höheren Wirbelthieren ist das Parenchym der Kugeln der Belegungsmasse des centralen Nervensystemes

grauröthlich, feinkörnig und von einem äusserst feinen zellgewebeartigen Wesen durchzogen. Ganz dasselbe fand sich auch in der peripherischen interstitiellen Belegungsformation dieser Thiere. Wir haben aber oben schon gesehen, dass die Ganglien der Fische, z. B. die von *Perca* und *Cyprinus*, deshalb so hell sind, weil ihre Kugeln sehr feine Körperchen mit einer hellen, fast flüssigen bindenden Masse enthalten (s. Tab. VII. Fig. 45*.). Ganz dasselbe ist auch mit den Kugeln der Belegungsformation des centralen Nervensystemes dieser Thiere der Fall, wie man z. B. aus Tab. VII. Fig. 55. ersieht. Daher ist die Rindensubstanz dieser Thiere auch weit heller, als die des Menschen, der Säugethiere, Vögel und selbst der meisten Amphibien. Sie würde aber noch heller seyn, wenn nicht oft auf der Oberfläche dieser Kugeln bräunliche Pigmentkörperchen sich befänden.

Wir wenden uns nun wiederum zu der ferneren Betrachtung der weissen Substanz. Wir hatten gesehen, dass die Primitivfasern derselben die unmittelbare Fortsetzung der Primitivfasern der in die Centraltheile des Nervensystemes eintretenden Primitivfasern der peripherischen Nerven ausmachten. Untersuchen wir nun ein ganz frisches Rückenmark eines eben geschlachteten Säugethieres, wie ich es an dem Schaafe und der Taube gemacht habe, nach der oben beschriebenen Methode lagenweise von aussen nach innen, so erhalten wir über den allgemeinen Verlauf der Primitivfasern dieses Centraltheiles folgende Vorstellungen. Die am Ende desselben eintretenden Primitivfasern verlaufen nach vorn; die seitlich von den höheren Nerven kommenden Primitivfasern dagegen gehen zuerst transversal nach innen bis zur grauen Substanz oder bis in deren Nähe. Dann setzen sie sich ebenfalls, wenn sie nicht schon früher in die bald zu beschreibenden Plexus eingetreten sind, in longitudineller Richtung gegen das Gehirn fort. Alle diese longitudinellen Fasern bilden die mannigfachsten Plexus, von deren Reichthum und Verwickelung nur der einen Begriff

haben kann, der sie einmal in der Natur selbst gesehen hat. In der rein weissen Substanz verlaufen diese Fasern neben einander, ohne dass sie eine andere fremde Masse als die höchst feinen verbindenden Zellgewebsfäden und vielleicht (doch sicher nur spärliche) Blutgefässe zwischen sich haben. Wo aber nach innen die graue und die weisse Substanz einander berühren, da nehmen sie die Kugeln der Belegungsformation eben so zwischen sich, wie wir dieses oben aus den Verbindungsfäden des *sympathicus* des Menschen, der Ratte u.dgl. ausführlich geschildert haben. Um hiervon einen Begriff zu geben, habe ich ein solches Stückchen aus dem Rückenmarke des Schaafes auf Tab. VII. Fig. 58. abgebildet. Man sieht, wie hier wiederum die Kugeln der Belegungsmasse eine eben so interstitielle Formation in diesem Centraltheile des Nervensystemes darstellen, als wir schon aus dem peripherischen Theile des Nervensystemes oben ausführlich beschrieben haben. In dem Centrum endlich ist reine grauröthliche Belegungsmasse ganz so, wie wir dieselbe aus dem Gehirne sogleich ausführlich schildern werden.

Nie habe ich um diese Kugeln Endumbiegungsschlingen der einzelnen Primitivfasern wahrgenommen. Ueberhaupt sah ich, wie ich schon einmal auseinander zu setzen Gelegenheit hatte, die Primitivfasern sich nur nach dem Hirne hin fortsetzen, nie aber in dem Rükkenmarke endigen.

Es ist schon am Anfange dieser Abhandlung erwähnt worden, dass die Scheiden der Primitivfasern innerhalb des Rückenmarkes um vieles dünner sind, als die der entsprechenden Primitivfasern der peripherischen Nerven, und um etwas zarter sich zeigen, als die oben beschriebene Mittelform in dem Raume zwischen der *pia mater* und der Substanz des Rückenmarkes. Vergleichen wir aber die Stärke ihrer Scheiden mit der der Primitivfasern in dem Hirne, so ist die der ersteren wiederum bedeutender, als die der letzteren. Ein solcher Unter-

schied findet sich, wenn auch nicht in so hohem Grade, in den Kugeln der Belegungsmassen beider. Wir sehen also, dass die Natur in dem centralen, wie in dem peripherischen Nervensysteme auf eine bewunderungswürdige Art durch die feinsten Nüancirungen der Stärke der Hüllen auf eine nach den verschiedenen Stellen verschiedene, aber höchst bestimmte Weise die Einwirkung der Kugelmassen auf die Primitivfasern begünstigt oder durch Isolation hemmt oder vermindert.

Erst in dem Hirne begegnen wir den centralen letzten Enden der Primitivfasern. Die weissen Massen bestehen auch hier, wie in dem Rückenmarke, aus fortlaufenden, die mannigfachsten Plexus bildenden Primitivfasern und Primitivfaserbündeln. Nachdem diese so die inneren Belegungsmassen durchsetzt und an differenten bestimmten Puncten die Kugeln der Belegungsformation umfasst und umsponnen haben, strahlen sie endlich in die sogenannte Rindensubstanz aus. Hier bilden sie nun ganz analoge und ihren Formen nach ähnliche Endplexus, wie wir diese auch an den peripherischen Nerven wahrgenommen baben. Man sieht diese am deutlichsten, wenn man eine feine Lamelle eines solchen Theiles unter dem Compressorium vorsichtig behandelt und mit aplanatischen Ocularen untersucht, da wo die weisse und die grauröthliche Substanz sich mit einander verbinden. Dieses ist aber, wie wir schon bemerkt haben, vorzüglich die bekannte gelbe Substanz an der Peripherie der Hemisphären des grossen und des kleinen Gehirnes.

Die Art und Weise, wie hier die Endplexus sich bilden, bis sie endlich in die einfachsten Endumbiegungsschlingen der Primitivfasern übergehen, ist genau dieselbe, wie in den letzten Enden der peripherischen Nerven. Um mich daher nicht unnöthig zu wiederholen, verweise ich auf dasjenige, was hierüber oben gesagt worden ist.

Es lässt sich denken, dass hier die Darstellung der centralen letzten Enden der Primitivfasern noch unendlich viel mehr Schwierigkei-

ten hat, als an den peripherischen Primitivfasern, deren Hülle um vieles stärker ist, als die der centralen. Die Endplexus nachzuweisen, gelingt noch verhältnissmässig am leichtesten. Ich habe sie bis jetzt in dem Menschen, dem Pferde, dem Ochsen, dem Schweine, der Taube und der Gans gesehen. Doch gehört zu diesen Beobachtungen eine eigenthümliche mittlere Helligkeit des Tageslichtes. Bei Lampenlicht verschwinden die Primitivfasern in der äusserlich gelb erscheinenden Substanz dem Auge gänzlich. Eben dasselbe geschieht aber auch bei zu hellem Tageslichte, oder im Sonnenlichte. Das Beschatten des Objectes führt hier zu nichts.

Die Endumbiegungsschlingen der einfachsten Primitivfasern habe ich bis jetzt in dem Pferde und in der Taube gesehen. Aus der gelben Substanz des kleinen Gehirnes der Letzteren habe ich sie Tab. VII. Fig. 59. ganz naturgetreu dargestellt.

Aus dieser den feineren Bau des Nervensystemes des Menschen und der Wirbelthiere betreffenden Darstellung ergiebt sich nun aber, wenn wir das Ganze überblicken, eine so wunderbare Einfachheit, als sie bis jetzt der menschliche Geist kaum zu ahnen im Stande war. Zwei Hauptsätze stellen sich an die Spitze der ganzen Vergleichung, nämlich:

1. Das ganze Nervensystem besteht aus zwei Urmassen, nämlich den isolirten Kugeln der Belegungsmassen und den isolirten, fortlaufenden Primitivfasern. Erstere sind wahrscheinlich Repräsentanten des schaffenden, activen, höheren Principes, letztere des empfangenden und leitenden, passiven, niederen Principes. Jegliche von diesen wird von einer Zellgewebscheide umhüllt, deren durchaus für jeden kleinsten Theil bestimmte Stärke die Intensität der Einwirkung beider heterogenen Theile auf einander bewirkt. Dieses sind die reinen und eigenthümlichen Formationen des Nervensystemes. Ausser ihnen finden sich aber in ihm

nur Theile des ausser ihm in dem Körper allein noch existirenden concret allgemeinen Systemes, nämlich des Blutgefässsystemes und speciell concrete Formationen *), wie Zellgewebe, Fett, Pigment und anorganische Deposita.

2. Das centrale und das peripherische Nervensystem bieten bis in das kleinste Detail eine so ausserordentliche Analogie unter einander dar, als an keinen entgegengesetzten anderen Theilen irgend eines Systemes des Körpers zur Zeit bekannt ist. Abgesehen davon, dass schon dem Begriffe nach in dem centralen Nervensysteme die mögliche Centrirung, in dem peripherischen dagegen die möglichste Dispersion ausgedrückt ist, unterscheiden sich beide ausserdem nur durch die Dicke der Scheiden ihrer beiden Elemente, nämlich der Primitivfasern und der Belegungskugeln. Denkt man sich nun das vollständige System der Primitivfasern, sowohl der centralen als der peripherischen, vermöge ihres durchaus continuirlichen Verlaufes von einem Ende zu dem anderen, und vermöge ihrer Endumbiegungsschlingen an beiden Enden, als eine Aggregation vieler Ellipsen, so findet sich in dem centralen Nervensysteme die eine Hälfte der Curve, in dem peripherischen dagegen die andere Hälfte derselben.

Diese Sätze sind nach dem bisherigen Zustande unserer Erkenntniss zu paradox und in ihren Folgerungen für die Anatomie und Physiologie, ja für die Erkenntniss der materiellen Repräsentanten des Geistes überhaupt, zu wichtig, als dass sie nicht eine ausführliche Erläuterung verdienten. Am zweckmässigsten dürften wir aber verfahren, wenn wir zugleich die wichtigsten allgemeinen Resultate der vorigen ausführlichen Beschreibung kürzlich wiederholen. Dieses wird

---

*) Ueber diese Unterschiede werde ich mich nächstens an einem anderen Orte ausführlich aussprechen.

deshalb nicht überflüssig seyn, weil wir es uns bei der früheren Darstellung zum Zwecke gemacht haben, den Vortrag so einzurichten, dass derjenige Leser, welcher unsere Beobachtungen in der Natur selbst zu prüfen Neigung fühlt, uns von Schritt zu Schritt zu folgen vermöge. Die Breite, welche mit einer solchen Darstellung nothwendig verbunden ist, das immerwährende Eingehen in specielle Verhältnisse, Methoden u. dgl. rückt selbst dem aufmerksamen Leser die allgemeineren Gesichtspuncte aus den Augen. Um aber diese, als die wichtigeren, recht klar dargestellt zu finden, wird man wohl die in dem folgenden Ueberblicke nothwendige Wiederholung entschuldigen. Wer unserem Vortrage genau gefolgt ist, wird sehen, dass wir in Betreff des Empirischen uns streng nach den früher dargestellten Beobachtungen und nur nach diesen gerichtet, manches Einzelne dagegen an passenden Stellen noch hinzugefügt haben.

Überblick der vorzüglichsten aus dem Vorhergehenden sich ergebenden Resultate,

nebst

einigen Anwendungen auf die allgemeinen, morphologischen und functionellen Verhältnisse.

A. Bestandtheile des Nervensystemes des Menschen und der Wirbelthiere überhaupt.

1. Es giebt nur zwei differente, eigenthümliche Urmassen des gesammten Nervensystemes, nämlich die Kugeln der Belegungsformation und die Primitivfasern. Beide kommen auf gleiche Weise in dem centralen, wie in dem peripherischen Nervensysteme vor. Beide gehen nirgends in einander über, sondern befinden sich nur in dem gegenseitigen Verhältnisse der Juxtaposition.

Die Kugeln der Belegungsmasse verhalten sich zu den Primitivfasern wie ein Schaffendes zu einem Leitenden, wie ein Höheres zu einem Niedreren. Trotz ihrer Kleinheit ist jede Kugel der Belegungsformation eine in sich geschlossene Bildung, und um Leibnitzen's Ausdruck auf das Materielle überzutragen, gleichsam eine Monas für sich. Die Primitivfaser ist erst dann vollständig, wenn sie ihren Weg von ihrem centralen zu ihrem peripherischen Ende, also von einem Endpuncte des Körpers bis zu dem (der Idee nach) entgegengesetzten zurückgelegt hat.

2. Beide Urformationen des Nervensystemes kommen in verschiedenen Anlagerungsverhältnissen, sowohl in Rücksicht ihrer eigenen einzelnen Elementartheile, als gegen einander selbst vor. Die Kugeln der Belegungsformation liegen entweder massenartig neben einander, ohne dass Primitivfasern in die ganze Substanz eintreten, wie in der grauröthlichen Masse der sogenannten Rindensubstanz des Gehirnes und des Rückenmarkes: Reine continuirliche Belegungsformation. Oder sie sind einzeln oder gruppenweise zwischen den Primitivfasern und deren Bündeln zerstreut, werden von diesen umsponnen oder eingefasst: Interstitielle Belegungsformation. Die Primitivfasern laufen zwar immer neben einander fort, aber entweder in paralleler gleichmässiger Richtung: Nervenformation, oder durch gegenseitigen Aus- und Eintritt, kurz durch Abweichung von ihrer primären Direction, Plexus-bildend: Plexusformation.

In diesen beiden untergeordneten Verschiedenheiten der Urmassen giebt sich wiederum die Differenz ihrer Grundeigenthümlichkeit deutlich zu erkennen. Dem bald näher zu entwickelnden allgemeinen Charakter des Nervensystemes gemäss, existirt die strengste Isolation sowohl der Belegungskugeln, als der Primitivfasern, daher auch beide nur als Aggregationen, durch Aneinanderstellen, durch das Ver-

hältniss der Contiguität und nicht der Continuität grössere Hauptmassen zu constituiren vermögen, wie wir dieses auch einerseits in der continuirlichen Belegungsformation, andererseits in den Nervenstämmen zu sehen Gelegenheit haben. Aeussere Ungleichheit mit wahrhaft höherer innerer Analogie zeigt sich aber in den beiden anderen einander entsprechenden Bildungen. Jede einzelne Kugel der Belegungsmasse, welche in ihrem kleinen Raume ihre Individualität beschliesst, kann sich gleichsam an jede Stelle hinbegeben, um ihre Wirksamkeit in's Leben treten zu lassen. Wenn daher auch grössere Anhäufungen solcher Kugeln die reine, grauröthliche Substanz constituiren, so sind doch einzelne oder geringere Aggregationen derselben sowohl in dem centralen, als in dem peripherischen Nervensysteme, als die von uns so genannte interstitielle Belegungsformation zerstreut. Das Princip ihrer Dislocation ist also Isolirtheit, welche mit jedem Individuellen, Selbstständigen und Unabhängigen verbunden ist. In den Primitivfasern ist gerade das Entgegengesetzte der Fall. Sie können sich ihres continuirlichen, discreten Verlaufes wegen zwar nirgends mit einander verbinden; sie liegen nur dicht bei einander, allein in dem gegenseitigen Zusammentreten zu Plexus spricht sich die Idee, die Tendenz zur Einheit deutlich genug aus. Da ihnen die Function der Leitung (entweder von aussen nach innen, oder von innen nach aussen, erstere als rein empfangend, letztere als nur Empfangenes erwiedernd) die strengste Isolirtheit, wenigstens in der Peripherie nothwendig macht, so suchen sie gleichsam durch ihre gegenseitige Aneinanderlage wenigstens das Streben zur Einheit zu bezeichnen, wie auch in der äusseren Natur jede einzelne Individualität nur aus der Aggregation von ungleichartigen Bestandtheilen zusammengesetzt wird, ohne eine indifferente Einheit zu erreichen. Die einfachen Formationen, nämlich die Aggregationen blosser Kugeln der Belegungsmasse, finden sich nur in dem centralen, so wie die Aggregationen blosser Primitivfasern nur in dem

peripherischen Theile. Die Plexusformation und die interstitielle Belegungsformation dagegen finden sich in beiden.

3. Sowohl die Kugeln der Belegungsformation, als die Primitivfasern, werden von eigenthümlichen, sie isolirenden Scheiden umgeben, welche alle Stufen der Dicke von einer fast gar nicht mehr wahrnehmbaren Zartheit bis zu einer ziemlich bedeutenden Stärke durchlaufen. Diese Hüllen sind aber immer zellgewebeartiger Natur.

In der grauröthlichen Substanz ist die Scheide so zart, dass sie in der Regel nicht isolirt wahrgenommen wird. Sie zeigt sich ebenfalls als ein weiches, fadenziehendes, zellgewebiges Wesen, welches auch das Innere durchdringt und daher die Untersuchung dieser Masse unendlich erschwert. Gelingt es aber, besonders aus der gelben Substanz der höheren Thiere, einen solchen Schnitt zu erhalten, in welchem die neben und über einander liegenden Reihen der Kugeln deutlich sind, so bemerkt man in der Regel bei hellem Lichte und genauer Beobachtung, dass auch äusserlich eine zarte Scheide um jede Kugel herumgeht. Nur in sehr seltenen Fällen ist etwas Aehnliches an den Kugeln der reinen grauröthlichen Substanz wahrzunehmen, wenn nämlich zufällig mehrere einzelne discrete Kugelhaufen vollständig von der übrigen Masse getrennt in der Flüssigkeit schwimmen. Dann überzeugt man sich aber auch, wie fein und weich diese Scheide ist, welche nur die individuelle Gestalt der Kugel in der halbweichen, so sehr homöomorphen Substanz zu bestimmen scheint. Die den Kugeln der gelben Substanz zunächst verwandten Kugeln des sympathischen Nerven und des Gasser'schen Knotens haben schon unendlich festere Scheiden, so dass bei dem Zerreissen des Knotens beide Organtheile sich von einander trennen. Denn die dann frei in der Flüssigkeit schwimmenden Kugeln sind meistentheils ihrer Hülle beraubt, welche an den plexusbildenden und umspinnenden Fasern sitzen bleibt,

und sich hier nicht selten als eine zellgewebfaserige Cyste zu erkennen giebt. Wenn zwischen den Kugeln der grauröthlichen Belegungsmasse der weiche Stoff bei mechanischer Gewalt seinem Consistenzgrade entsprechend sich in Fäden zieht, so sieht man hier von einer Scheide zu einer andern fadenartige Fortsetzungen von einem eben so festen Zellgewebe, als diese selbst hat, ziehen. In dem sympathischen Nerven des Menschen durchziehen festere Zellgewebefäden die Zwischenräume und verleihen dadurch dem Ganzen jene ihm eigenthümliche Dichtheit. Sowohl in jedem einzelnen Thiere als bei Vergleichung der gesammten Thierwelt lassen sich eigene Reihen aufstellen, nach welchen die Stärke der Hülle in den verschiedenen Belegungsmassen zunimmt. Nur fehlt uns leider! noch ein genaues Maass, um dieses bei der unmittelbaren Beobachtung deutlich wahrnehmbare Verhältniss mit hinreichender Strenge auszudrücken. Grössere Gruppen lassen sich aber zusammenfassen und so ungefähr, z. B. für den Menschen, folgende Reihe aufstellen: Hülle der Kugeln der continuirlichen Belegungsformation des Hirnes und des Rückenmarkes, der gelben Substanz, des Knotens und des Verbindungsstranges des sympathischen Nerven, des *Ganglion coeliacum* und der übrigen peripherischen interstitiellen Belegungsformation der Brust und des Unterleibes, der Ganglien der hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven, des *Ganglion ophthalmicum* u. s. w. Jedes Thier hat hierin seine eigenthümliche Reihenfolge, die jedoch immer bei den Kugeln der grauröthlichen Belegungsmasse, als den mit der zartesten Scheidenformation begabten Bildungen, anfängt und mit irgend einer peripherischen interstitiellen Belegungsformation an dem entgegengesetzten Ende schliesst.

Die Hüllen der Primitivfasern zeigen zwar dieselben bis in das speciellste gehende Verhältnisse, nur hat selbst ihre zarteste Formation schon eine mehr membranöse Gestaltung und nicht so sehr jene

halbweiche, zähe und dehnbare Masse, als die Scheiden der Kugeln der Belegungsmasse. Auch sie sind an bestimmten Stellen dünner, an anderen dicker, auch sie liegen nur genau an einander und werden entweder von feineren oder stärkeren zellgewebigen Fäden durchzogen oder durch solche mit einander verbunden. Allein ihre Stärke nimmt nach beiden Endpuncten ihres Verlaufes ab, so dass jede Primitivfaser zuerst folgende aufsteigende Reihe durchläuft: Centrales Ende, wie wir dieses in der gelben Substanz beobachtet haben, weisse Substanz (sowohl an den verschiedenen Stellen des Hirnes, als auch, wo die Primitivfaser das Rückenmark durchsetzt, in diesem; in dem letzteren Falle in dem Rückenmarke immer schon stärker, als in dem Gehirne), oben beschriebene Mittelform zwischen den Centraltheilen und den Durchgangsstellen durch die *pia mater*, peripherische Nervenstämme. Von hier an bis zu den peripherischen letzten Enden der Nerven vermindert sich nun in fast gleichem Verhältnisse der Stärke der Zweige die Dicke der Hülle. Doch ist sie selbst an den peripherischen Umbiegungsschlingen der Primitivfasern um vieles stärker, als an den centralen innerhalb der gelben Substanz.

Beide, sowohl die an den Kugeln, als die an den Primitivfasern zu beobachtenden Reihen coincidiren im Allgemeinen nur insofern, als sich peripherisches und centrales Nervensystem überhaupt von einander unterscheiden. Dieses Verhältniss sowohl, als die hohe Bedeutung dieser so feinen Nüancirungen werden wir sogleich vollständig zu betrachten Gelegenheit haben.

4. Die Kugeln der Belegungsmasse zeigen verschiedene äussere Gestalten, sowohl an verschiedenen Stellen jedes einzelnen Thieres, als in der Reihe der Thierwelt. Bald sind sie rund oder rundlich, bald länglich, bald an einer Seite abgerundet, an der anderen in einen schwanzförmigen Anhang auslaufend. Immer bestehen sie aus einem granulösen Parenchyme, dessen grauröth-

liche, sehr kleine Körnchen von einem halbweichen, zähen, durchsichtigen, zellgewebeartigen Bindungsstoffe durchzogen werden. In der Mitte oder in der Nähe derselben befindet sich ein runder oder länglich-runder *nucleus,* welcher aus einer begrenzenden Linie und einem ganz hellen Inneren besteht. Der Mitte dieses *nucleus* entsprechend, doch ganz an der Oberfläche desselben, befindet sich ein einzelnes, rundliches oder längliches, solides Körperchen.

In der continuirlichen Belegungsformation ist die äussere Form der Kugeln, da wo sie deutlich wahrgenommen werden kann, immer rund. In den interstitiellen Belegungsformationen erscheint sie nur in der Regel so lange rund, als die Kugel von den benachbarten Primitivfasern nicht geschieden ist. Isolirt dagegen zeigt sie die eben beschriebenen Formen. Je mehr sich die Gestalt dem Länglichen nähert, oder in ein schwanzförmiges Ende ausläuft, desto mehr und augenscheinlicher ist die Kugel etwas abgeplattet. Die Parenchymmasse selbst ist schon längst als das Gewebe der grauröthlichen Substanz überhaupt von den Forschern beschrieben worden. Der grössere *nucleus* liegt mehr in dem Inneren des Parenchymes eingebettet. Dieses der Mitte des *nucleus* seiner Stellung nach entsprechende Körperchen liegt ganz an der Oberfläche der Kugel, ja es bildet, wie man bei der Seitenansicht wahrnimmt, eine Art von sehr kleiner Hervorragung oder hügeliger Erhebung.

5. Die Substanz der Primitivfasern ist immer und überall ein halbflüssiger, etwas zäher, durchsichtiger, ölartiger Stoff, welcher zu Folge seines Lichtbrechungsvermögens im isolirten Zustande eine feinere innere Linie parallel dem Rande zeigt, ohne jedoch noch selbst in Wandung und Contentum zu zerfallen. Isolirt nimmt er entweder die Kugelform alles rein Flüssigen an oder vergrössert wenigstens seinen Breitendurchmesser, da er ver-

möge seines höheren Consistenzgrades die reine runde Gestalt nicht mehr anzunehmen vermag.

Diese Substanz der Primitivfasern behält überall, in dem peripherischen sowohl als in dem centralen Nervensysteme, dieselben eben geschilderten Charaktere. Wo sich feinere Farbennüancen, besonders ein Stich in das Dunkelere, Gelbliche zeigt, rührt dieses von der noch nicht getrennten zellgewebigen Scheide her. Die Masse selbst ist äusserst empfindlich gegen Reagentien und gegen den leisesten Einfluss der Maceration, und dieses scheint in den peripherischen Nerven fast noch mehr der Fall zu seyn, als in dem centralen Nervensysteme, was vielleicht auf einen noch verborgenen inneren (chemischen?) Unterschied beider hindeutet. In den motorischen, sensiblen und sensuellen Nerven ist diese Substanz nur von durchaus gleicher Qualität wahrzunehmen. Alle bisher dafür angegebenen Unterschiede bewähren sich bei genauerer Untersuchung nicht. Vielmehr reagirt jede einzelne, immer discrete Primitivfaser in der ihr eigenthümlichen Energie; die motorische durch Bewegung, die sensible durch Empfindung, die specifisch-sensuelle durch Sinneswahrnehmung. Hier ist also bei Isomorphie der Gestalt heterogene functionelle Reaction, wie wir dieses auch an den Kugeln der Belegungsmasse und an vielen anderen Theilen des Körpers wahrnehmen. Doch dürfte dieser Satz bei weiter fortgesetzten Untersuchungen eine immer mehr bestimmte Einschränkung erhalten.

Durch die Hüllen werden an jedem Puncte die Substanzen benachbarter Primitivfasern streng von einander geschieden, obwohl die Stärke der Ersteren den Grad der Einwirkung der Letzteren auf einander bestimmt.

6. Ausser den beiden wesentlichen Urmassen des Nervensystemes finden sich noch innerhalb desselben zweierlei andere Theile, nämlich: 1) Parthien des ausser dem Nervensysteme

noch existirenden concret allgemeineren Systemes des Körpers, Ramificationen der Blutgefässe, und 2) speciell allgemeine Bildungen, wie Zellgewebe, Pigment, Fett und anorganische Deposita.

Wie überall umspinnen die feinsten Blutgefässnetze auch hier nicht die einfachsten Elementartheile, sondern eine grössere oder geringere Collection derselben, welche durch zellgewebige Verbindungen zu einem mehr oder minder bestimmten untergeordneten Ganzen verbunden sind. Sie sind auch hier primäre Begleiter der einenden, secundären Bildungen, und nur secundär und auf vermitteltem Wege die der primären, selbstständigen Elementartheile. Ihre Netze werden zwar in ihren Formen von denselben Grundtypen gehalten, welche die Conformation der Stellung und Lage der Kugeln der Belegungsmassen sowohl in der continuirlichen, als in der interstitiellen Formation, und die der Primitivfasern, sowohl in den Nerven als in den Plexusbildungen bedingen; sie haben jedoch ihren eigenen, verschiedenen Verlauf und behaupten hierdurch ihren selbstständigen, nur von einer allgemeineren, gleichen Uridee geleiteten Charakter.

Die Pigment- und Fettmassen sind in dem Nervensysteme, wie in den anderen Theilen des Körpers, stete Begleiter entweder der noch existirenden Blutgefässnetze oder Residua an den Stellen, wo früher feinste Blutgefässnetze unmittelbar sich befunden haben, als ob gleichsam diese Bildungen unmittelbar fixirte Excreta des Blutes wären. Auch diese Formationen liegen daher nur in oder auf oder an den zellgewebigen Scheiden, nie dagegen innerhalb der Urmassen des Nervensystemes selbst. Oft erscheinen die Pigmentmassen nur in und auf den Blutgefässen, oft dagegen in ihrer Nähe. Das erstere Verhältniss sieht man bisweilen an den grösseren Hirnvenen, doch nie so deutlich und so constant, als ich dieses an einem anderen Orte aus der Nickhaut der Vögel, z. B. des Hahnes beschrieben habe. Pigment (besonders

schwarzes und dunkelbraunes) ist höchst wahrscheinlich mit dem Fette seinem Wesen nach genau verwandt. Wie aber auch in dem Nervensysteme beide neben einander vorkommen, zeigt die Oberfläche des Hirnes der Fische; wie sehr sie im Einzelnen für einander vicariiren, zeigt folgende, zuerst von Purkinje gemachte Beobachtung. In dem Gehirne des Hundes werden nämlich fast alle grösseren und mittleren Gefässramificationen in einer geringen Distanz, doch ihrem Verlaufe genau parallel, von Fettträubchen begleitet. Diese bestehen aus einzelnen mit einander verbundenen Fettbläschen. Ich habe auf Tab. VII. Fig. 60. dieses Verhältniss dargestellt.

Die anorganischen Deposita sind bekanntlich innerhalb des Gehirnes nur in dem des Menschen als der bekannte Hirnsand der Zirbel und der *plexus choroidei* gefunden worden. Jedes isolirte discrete Conglomerat hat zwar eine crystallinische faserige Structur und zeigt bisweilen, besonders durch Säuren erweicht, eine concentrisch-schaalige Absonderung, scheint jedoch fast nie in geradlinigen Flächen auszukrystallisiren. Seinem ganzen äusseren Wesen nach erinnert es einerseits an die Hyalithbildungen, andererseits an die tropfsteinartigen Formationen. Auch diese Formation steht ursprünglich mit der Blutgefässverbreitung in genauem Zusammenhange, wie schon das Vorkommen derselben in dem *plexus choroideus* deutlich zeigt.

Das Zellgewebe spielt aber auch abgesehen von der oben beschriebenen Scheidenbildung in dem Nervensysteme eine äusserst wichtige Rolle. Es durchzieht die einzelnen Organtheile auf das mannigfaltigste und giebt oft bei grösserer, fast sehnenartiger Festigkeit seiner Fasern dem Ganzen eine festere Constitution, wie z. B. in dem *N. sympathicus* des Menschen oder der Zirbel der hörnertragenden Thiere. Interessant ist es, dass der hohe Grad von Ausbildung, den es in der Letzteren hat, den hier fehlenden Hirnsand zu ersetzen scheint. Wie daher Pigment und Fett als noch allgemeinere Massen der speciell allge-

meinen Formationen mit dem Blute, als dem concret allgemeineren Systeme, eine gewisse Verwandtschaft zeigen, so dürften sich vielleicht die anorganischen Deposita in Hinsicht ihres Verhältnisses auf analoge Weise zu dem speciell concretesten, allgemein verbreiteten Systeme, dem Zellgewebe verhalten.

7. Ausserdem werden die durch die genannten Elemente und Organtheile gebildeten Organe und Organcomplexe des Nervensystemes von eigenthümlichen Hüllen eingeschlossen, deren Elemente die Zellgewebsfasern mit ihren isomorphen Formationen sind, welche aber ausserdem unter geeigneten Verhältnissen Theile der beiden concret allgemeineren Systeme des Körpers, des Blutgefäss- und des Nervensystemes, und Ablagerungen der speciellen allgemeineren Systeme, nämlich Pigment, Fett und anorganische Deposita enthalten.

Die *pia mater* und die *dura mater,* die Nervenscheide, die Hülle der Ganglien sind sämmtlich faserige Häute, deren Fasern mit denen des Zellgewebes entweder isomorph oder homöomorph sind. Ausser der Eigenthümlichkeit der Fasern ist aber deren Verflechtung und Begrenzung in jeder dieser Membranen charakteristisch. Diese drei Eigenthümlichkeiten, besonders die beiden letzteren, entscheiden aber erst nach dem rein morphologischen Zustande unseres Wissens über die Selbstständigkeit jeder dieser Häute.

Die inneren Lagen der *pia mater* setzen sich mit ihren Fasern unmittelbar in die Fasern des Zellgewebes, welche die Centraltheile selbst durchziehen, fort. Ganz dasselbe ist mit den Scheiden der peripherischen Nerven und Ganglien der Fall. Dagegen behauptet die *dura mater* eine grössere Isolirtheit und Selbstständigkeit. Eben daher erhält sie aber auch schon, wie jedes fremde Organ oder jeder fremde Organtheil, eigenthümliche Ramificationen von Nervenzweigen, welche sowohl der *pia mater,* als der Scheide der peripherischen

Nerven und Ganglien gänzlich fehlen. Dagegen sind diese mit feinsten Blutgefässnetzen durchzogen und umsponnen, deren Verhältniss wir schon oben auseinander zu setzen Gelegenheit gehabt haben.

Die Pigmente, Fette und anorganischen Deposita finden sich an diesen Theilen in der Reihe der Thierwelt in vereinzelten, zerstreuten Beispielen. Wir haben Pigmentramificationen aus der *pia mater* des Menschen, der Säugethiere und der Vögel oben beschrieben. Pigment (verschiedener Art und differenter Natur) und Fett finden sich neben einander in den Hüllen des Fischgehirnes. Anorganische Deposita, als unzählige kleine Krystalle in der Form des Kalkspathes, in den Hüllen des centralen Nervensystemes einiger Säugethiere und Amphibien. Die Scheide des *sympathicus* ist bei vielen Amphibien mit discreten oder netzförmig verbundenen Pigmentablagerungen versehen u. dgl.

Wie die Hüllen die Kugeln der Belegungsmassen und die Primitivfasern diese Elementargebilde mehr oder minder von einander trennen, so scheinen die eben betrachteten Hüllen das Nervensystem als höheres Ganze von den übrigen analogen Systemen des Körpers zu isoliren und functionell deren Wirkung zu concentriren. Es fällt vorzüglich die morphologische Seite ihrer Bedeutung zuerst in das Auge. Sie erscheinen als Theile, bestimmt, zusammenzuhalten und zu schützen.

B. Allgemeine Morphologie des peripherischen Nervensystemes der Wirbelthiere.

1. In dem peripherischen Nervensysteme finden sich ebenfalls, wie in dem centralen, die beiden Urmassen des Nervensystemes, nämlich die Belegungskugeln und die Primitivfasern. Die ersteren bilden hier nur interstitielle Formationen in dem sogenannten Gangliensysteme, welche Bezeichnung aber nach den

oben dargestellten feineren Structurverhältnissen durchaus unpassend ist, und die wir daher mit dem Namen der peripherischen interstitiellen Belegungsformation bezeichnet haben. Die Primitivfasern bilden hier sowohl Nerven als Plexus.

Dass die vollkommen continuirlichen Belegungsmassen hier fehlen, liegt ganz in der Natur des peripherischen Nervensystemes. Dieses als das untergeordnete, mit vorherrschendem, leitendem Charakter versehene, kann nicht mehr ganze Massen enthalten, welche nur aus Belegungskugeln (ohne die überhaupt der leitenden Function vorstehenden Fasern) bestehen. Höchstens vermag, wie es auch in der That der Fall ist, die Formation sich so weit zu steigern, dass grössere Collectionen von Belegungsmassen in ihrer Gesammtheit von Primitivfasern umfasst oder umsponnen werden. Dieses haben wir oben besonders in vielen Formationen des *N. sympathicus* gesehen.

Der Unterschied zwischen Nerven und Plexus besteht darin, dass in den ersteren alle Primitivfasern eine gleiche bestimmte Richtung verfolgen, bis sich einzelne oder eine Sammlung mehrerer oder vieler derselben zur Bildung der Seitenäste von dem Hauptstamme trennen. In den Plexus dagegen kommen Primitivfasern von verschiedenen Stämmen zusammen, um sich an einander anzulegen, wiederum zu trennen und endlich nach durchlaufener mannigfacher Combination ihrer Juxtaposition in ihren Zweigen das Ziel ihrer endlichen Bestimmung zu verfolgen. So ist seinem Wesen nach der Plexus für jede einzelne Primitivfaser ein Act der Dispersion, durch welchen seine Berührung mit vielen anderen Primitivfasern vermittelt wird; für das Ganze der einzelnen Nervenzweige aber ein Act der Sammlung, durch welche die entferntesten wenigstens für eine bestimmte Raumausdehnung mit einander verbunden werden, um aus dieser Vereinigung durch abermaliges Zerfallen neue, den eintretenden Zweigen entfremdete Zweige hervorgehen zu lassen. Es leuchtet aber bald ein, dass zwischen der

Formation der Nervenbündel und der der Plexus nur ein gradativer Unterschied sich findet. Und in der That wird auch in einzelnen Fällen dieser Ausspruch durch die Natur deutlich genug bekräftigt. So sieht man in der Regel die zwei Hauptstämme des *vagus* der Fische, welche zu den Kiemen gehen, für Nervenzweige gewöhnlicher Art an. Untersucht man aber Schnitte derselben mit Hilfe des Compressorium's unter dem Mikroskope genauer, so sieht man, dass die Primitivfasern nicht alle parallel neben einander liegen, sondern einzelne derselben zwischen anderen hindurch gehen, um sich zu entfernteren Primitivfasern zu begeben. Mit einem Worte, wir sehen hier eine wahre Plexusformation, die nur nicht durch Zwischenräume heterogener Natur getrennt und nur in einer gemeinsamen Nervenscheide eingeschlossen sind. Von da ist nun ein allmäliger Uebergang bis zur complicirtesten freieren Plexusformation fast in jedem Thiere leicht nachzuweisen. Wo nur die Zwischenräume oder Netze zwischen den einzelnen Plexus als discrete Räume existiren, da sind auch alle dieselben begrenzenden Zweige, gleich den übrigen selbstständigen Nerven des Körpers, mit einer eigenen dichteren Gesammthülle versehen.

2. In jedem einzelnen Nerven liegen die äusseren Oberflächen der Scheiden der Primitivfasern dicht beisammen, verfolgen mit ihren durchaus parallelen Seitenrändern einen bestimmten geraden Verlauf und werden nur durch kurze zellgewebige Fäden an einander geheftet. Ihre Collectionen zu Bündeln und zu Nervenstämmen haben eigenthümliche Scheiden, deren Stärke mit der Zahl der einzelnen eingeschlossenen Primitivfasern in gleichem Verhältnisse stehet. Ganz dasselbe gilt auch von den Aesten, welche die Plexus zusammensetzen.

Die Scheiden der Primitivfasern erreichen hier den höchsten Grad von Stärke. Sie bestehen aus den verhältnissmässig dichtesten und festesten Fäden, welche meistens parallel der Längenrichtung der

Primitivfasern verlaufen. Dass die varikösen Formen dieser Primitivfasern nur durch gröbere mechanische Verletzung entstehen, ist ausführlich dargethan worden.

3. Die Verzweigung der Nerven geschieht dadurch, dass einzelne in dem Hauptstamme enthaltene Primitivfasern von diesem abgehen und als ein untergeordneter Ast ihren gesonderten Verlauf verfolgen. In diesem verbinden sie sich immer mit heterogenen Zweigen anderer Aeste, seltener mit denen desselben Astes oder Stammes zu Plexus.

4. Diese Verzweigung der Nerven setzt sich so lange fort, bis die feinsten Aestchen entstehen, welche entweder nur aus zwei, zuletzt gabelig auseinander gehenden Primitivfasern bestehen oder wenige zählbare Primitivfasern enthalten, von denen sich dann die einzelnen loslösen. Jede dieser in beiden Fällen zuletzt einfach verlaufenden Primitivfasern bieget in eine andere einfache Primitivfaser um und constituirt so ein letztes Ende zweier Primitivfasern. Peripherische Umbiegungsschlingen der einfachen Primitivfasern.

Bis zu den Umbiegungsschlingen behalten die Primitivfasern ihre zellgewebige Hülle ohne Unterbrechung bei, so dass durch abwechselnde Verminderung und Verstärkung des Druckes das Contentum hin und herbewegt werden kann.

Wahrscheinlich verbinden sich nur gleichartig functionelle Primitivfasern. Doch fehlt hierfür der vollständige empirische Nachweis durch Beobachtung oder Versuch. Wir sehen nur so viel, dass gleichartige, sensuelle Nerven in der Flasche und den Ampullen der Vögel und gleichartige sensible Nerven in dem Zahnsäckchen sich mit einander vereinen.

Die Umbiegungsschlingen der einfachen Primitivfasern haben scheinbar bei dem heutigen Stande unserer doctrinären Nervenphysik

etwas Paradoxes. Wenn man bedenkt, dass in allen peripherischen Nerven jede einzelne Primitivfaser nur in ihrem Verlaufe auf Reize reagirt und dass nur eben dadurch distincte Empfindungen und bestimmte Bewegungen zu Stande kommen, so scheint es unmöglich, diese durch unzweifelhafte Erfahrungen gewonnene Ueberzeugung mit der Behauptung, dass zwei discrete Primitivfasern an ihren letzten Enden in einander eingehen, zu vereinigen. Und dennoch liegt hierin durchaus kein Widerspruch; ja, man könnte vielmehr gerade aus dem eben angeführten physiologischen Factum einen Beweis dafür entlehnen, dass nur gleichartig functionelle Primitivfasern in den Endumbiegungsschlingen sich mit einander verbinden. Da jede Primitivfaser nur in ihrer bestimmten Richtung reagirt, also z. B. die sensible auf ihre Eindrücke von aussen in centripetaler, die motorische auf ihre Reize von innen in centrifugaler Richtung, so kann natürlich, wenn z. B. zwei motorische Primitivfasern sich durch eine Endumbiegungsschlinge mit einander verbinden, die centrifugale Reaction der einen nicht auf die andere durch die Umbiegungsschlinge mit ihr verbundene gleichartige Primitivfaser übergetragen werden, weil in dieser dann der Gang der Reaction der umgekehrte seyn müsste, sie also unter diesen Verhältnissen eben nicht reagiren kann. Würden dagegen in einer letzten Endumbiegungsschlinge eine motorische und eine sensible Faser mit einander verbunden, so müsste jede Bewegung sogleich auch Empfindung erzeugen. Abgesehen davon, dass dieses nicht statt findet, so müsste auch in einem einzelnen, von dem Körper getrennten Gliede bei jeglicher Reizung der sensitiven Fasern auf der Stelle zugleich eine motorische Reaction zu Stande kommen. Dieses ist aber bekanntlich durchaus nicht der Fall. Weshalb aber die reflectirende Function sogleich eintritt, sobald der entsprechende Theil des Rückenmarkes unverletzt mit den peripherischen Nerven noch verbunden ist, werden wir bald zu erklären im Stande seyn.

5. Je mehr die Primitivfasern ihrem peripherischen Endverlaufe sich nähern, um so mehr bilden sie Plexus mit einander, da die Zahl der Primitivfasern in den Zweigen immer geringer wird: Peripherische Endplexus. Selbst die Endumbiegungsschlingen der einfachsten Primitivfasern sind nur solche einfachste Plexusformationen. Diese Plexus haben, ganz nach Analogie der feinsten Blutgefässnetze, an jeder Stelle eines jeden Theiles bei jedem Thiere ihre bestimmte eigenthümliche und charakteristische Form.

Abgesehen davon, dass die Plexus überhaupt und die Endplexus insbesondere eine hohe morphologische Bedeutung haben, kommt ihnen wahrscheinlich auch eine grosse physiologische Wichtigkeit zu. In der Peripherie sind überall die Scheiden der Primitivfasern zu dick, als dass die Reaction der einen dieser Fasern auf die andere überspringen könnte, wie die bekannten physiologischen Versuche mit der Reizung einzelner Primitivfasern der einzelnen Nerven über allen Zweifel erhoben haben. Nichts desto weniger muss doch hier eine gewisse feine Nüancirung eines gegenseitigen Einflusses stattfinden, da sonst ohne Zweifel jede Primitivfaser entweder isolirt oder mit anderen zu Zweigen verbunden ihren Lauf von dem Centrum bis zur äussersten Peripherie verfolgen würde. Weshalb suchte aber die Natur fast jede Primitivfaser mit fremden Primitivfasern so sehr als möglich in Berührung zu bringen, und dann mehr oder minder schnell wiederum zu trennen? Gesetzt die Plexusbildung sey auch vorzüglich morphologisch geboten (wie wir weiter unten entwickeln werden), kann man behaupten, dass dieses auf die functionellen Verhältnisse von gar keinem Einflusse sey?

Die Thätigkeit des Nervensystemes ist in früheren Zeiten besonders vielfach mit den Wirkungen der Electricität identificirt worden, und wie wir Alle wissen, durchaus mit Unrecht. Aber die Leistung,

sowohl der physikalischen Agentien, als des Nervenagens beruht auf analogen Gesetzen. Der heute noch im Werden begriffene Magneto-Electricismus hat schon Fingerzeige dafür geliefert, dass in den sogenannten Leitern etwas mehr als eine bloss durchaus passive Leitung vorgehe. Durch die Versuche von Fraday, Lenz u. A. ist es ausgemacht, dass jeder einem thätigen Leiter hinreichend genäherte Leiter ohne unmittelbare Berührung, sondern selbst noch durch eine isolirende Schicht getrennt, dennoch afficirt werde. Sind nicht die letzteren Bedingungen auch in den Nerven realisirt und sollten nicht dieselben feinen Effecte erfolgen? Ja sollten nicht die Plexus eben die Bestimmung haben, diese zarteren Nüancirungen so sehr als möglich zu vervielfältigen und zu combiniren?

6. Die hier nur vorkommende interstitielle Belegungsformation zeigt die schon erwähnten Belegungskugeln mit ihrem Parenchyme, ihrem Kerne, ihrem Körperchen auf der Oberfläche und ihrer zellgewebigen Scheide. Sehr selten liegen isolirte, einzelne Kugeln zwischen den Primitivfasern. Meist wird eine grössere oder geringere Collection derselben von vielfachen, plexusbildenden Primitivfaserbündeln umfasst, oder die einzelnen Kugeln werden von einzelnen Primitivfasern umsponnen. Wo viele Kugeln zusammengehäuft sind, bilden sie ein sogenanntes Ganglion. Allein dieses äussere Gestaltungsverhältniss ist nur ein höchst untergeordnetes, accessorisches Moment, da die Zahl der Kugeln wohl für specielle Localitäten, in denen sie vorkommen, von Wichtigkeit und charakteristisch ist, für die allgemeinen morphologischen Verhältnisse dagegen gar keine höhere Bedeutung hat. Aus eben diesem Grunde sind auch die Namen: Gangliensystem, vegetatives oder organisches Nervensystem nicht passend. Ich habe daher, der Uridee der Formation gemäss, die Benennung: peripherische interstitielle Belegungsformation gewählt.

In diesen wenigen Worten ist die Morphologie des ganzen sogenannten Gangliensystemes ausgedrückt. Die Primitivfasern bilden also mehr oder minder zusammengesetzte Plexus, deren Zwischenräume durch die Kugeln der Belegungsmasse ausgefüllt sind. Diese Primitivfasern zerfallen aber in zwei mehr oder minder in einander übergehende Formen, nämlich in solche, welche in grösseren Bündeln beisammen bleiben und deren Bündel unter einander verschiedene Plexus bilden — durchgehende Primitivfasern im engeren Sinne — und in solche, welche einen freieren Verlauf haben, die Kugeln der Belegungsmasse umfassen und gleichsam umspinnen — umspinnende, auch wohl organische Primitivfasern. Beiderlei Fasern treten bald zu verschiedenen Zweigen wiederum zusammen und zeigen nirgends, auch nicht nach der Berührung der peripherischen interstitiellen Belegungskugeln, einen Unterschied von ihrem schon vorher eigenthümlichen Aeusseren. Am freiesten sind diese Verhältnisse in den Ganglien realisirt, und zwar um so freier, je grösser die Anzahl der sich findenden Belegungskugeln ist. Nichts desto weniger finden sich aber auch alle diese Momente in äusserlich scheinbar einfachen Nerven, die wir oben in der Abhandlung alle genannt haben, wieder. Oft findet aber auch hier, besonders bei geringerer Anzahl der Belegungskugeln, das weit einfachere Verhältniss statt, dass die Kugeln der Belegungsmasse von den gerade verlaufenden Sammlungen der Primitivfasern umfasst werden.

Die gangliöse Anschwellung, welche vorzüglich durch die Kugeln und die mit ihnen in Berührung stehenden Primitivfasern erzeugt wird, sitzt entweder auf dem Strange der durchgehenden Primitivfasern auf, — was jedoch nur bei den niederen Wirbelthieren allgemeiner vorkömmt — oder sie wird von den durchsetzenden, in ihrem Innern in verschiedenen Höhen und Breiten plexusbildenden, durchgehenden Primitivfasern durchzogen, wie es bei der grössten Zahl der

Ganglien des Menschen und der höheren Thiere der Fall ist. Die durchsetzenden Primitivfaserbündel verlaufen aber nicht immer wieder gänzlich in die unmittelbare Fortsetzung des Hauptstranges, aus dem sie selbst gekommen waren, sondern ein oder mehrere Bündel gehen oft auch in die Seitenzweige, nachdem sie einen Theil des Ganglions selbstständig durchsetzt haben.

Die Lücken zwischen den Bündeln der einzelnen Primitivfasern sind mit Kugeln der Belegungsmasse ausgefüllt. Bei den durchsetzenden Primitivfasern stehen also die Bündel derselben zu diesen Kugeln in demselben Verhältnisse, in welchem die einzelnen umspinnenden Primitivfasern oder wenige derselben zu ihnen stehen.

7. Obgleich in allen peripherischen interstitiellen Belegungsformationen die Scheiden der Kugeln relativ sehr fest sind, so giebt es doch nach Verschiedenheit der Thiere und der Localität in denselben die mannigfaltigsten Abstufungen. Die Scheiden selbst sind immer zellgewebiger Natur und werden durch fadenartige, zellgewebige Fortsätze mit einander verbunden. Ausserdem werden ihre Zwischenräume, abgesehen von den Blutgefässen, von zellgewebigen Fäden nicht selten auf das mannigfaltigste durchzogen.

Diese ganze Bildung hat offenbar den Zweck, die gegenseitige unmittelbare Einwirkung der Primitivfasern und der Kugeln der Belegungsmasse zu hemmen, da, wie wir zum Theil schon deutlich mit Hilfe der physiologischen Experimente gesehen haben und bald ausführlicher zeigen werden, die Scheide die Eigenschaft eines Isolators an sich hat. Allein selbst hierin treten wunderbare Modificationen ein. Während nämlich z.B. die Primitivfasern des *N. sympathicus* der meisten Säugethiere verhältnissmässig eben so dichte Scheiden haben, als die der übrigen peripherischen Nerven, und die Kugeln der Belegungsmassen von relativ sehr festen Hüllen umschlossen werden,

haben dagegen diese Theile beider Formationen in dem Menschen weit zartere Scheiden. Um aber die unmittelbare gegenseitige Einwirkung aller Primitivfasern und aller Kugeln auf einander zu hemmen, werden hier ihre Zwischenräume von sehr vielen und sehr festen, zellgewebigen, fast sehnenartigen Fasern durchsetzt.

8. Aus allem Vorhergehenden ergiebt sich nun, dass es kein eigenes organisches Nervensystem und keinen eigen organischen Nerven giebt, sondern dass die peripherischen Nerven geeignet sind, an bestimmten Stellen die interstitielle Belegungsformation in sich und zwischen ihre Primitivfasern aufzunehmen. Selbst der *N. sympathicus* ist seinem Wesen nach ein solcher peripherischer Nerve, der nur die beiden Eigenthümlichkeiten hat, dass er 1) fast in seinem ganzen Verlaufe, oder wenigstens in dem grössten Theile desselben, interstitielle Belegungsformation in sich hat, und 2) dass er nicht mit einem Hauptstamme aus dem Gehirne und dem Rückenmarke entspringt, sondern dass viele Hirnnerven und alle einzelnen Rückenmarksnerven (die letztern allgemein von ihren beiden Wurzeln) Primitivfasern ausschicken, um ihn zu begründen. Die Letzteren gehen also nicht von dem *N. sympathicus* zu dem Rückenmarke, sondern von diesem zu jenem, und verbreiten sich dann weiter in die einzelnen Theile, besonders in die Eingeweide der Brust und des Unterleibes, die Gefässe u. dgl.

Dieser durch unsere in der Abhandlung vorgetragene Beobachtungen über allen Zweifel erwiesene Satz erlaubt eine höchst wichtige Folgerung für die Anatomie und eine gleiche für die Physiologie. Die Erstere besteht darin, dass es nun erst begreiflich wird, wie der *vagus*, je weiter wir in der Reihe der Wirbelthiere hinabsteigen, immer mehr den *sympathicus* zum Theil ersetzen könne. Nicht sowohl in der interstitiellen Belegungsformation, als in dem Ursprunge der Primi-

tivfasern liegt der Hauptgrund dieses vicariirenden Verhältnisses. Ausserdem ist es aber hierdurch evident, dass die Zweige des *sympathicus* motorische und sensible Kräfte haben müssen, da sie diese Thätigkeiten als Cerebral- oder Spinalnerven besitzen. Warum aber ihre Actionen nicht zum Bewusstseyn gelangen, hoffen wir bald erklären zu können.

C. Allgemeine Morphologie des centralen Nervensystemes der Wirbelthiere.

1. Hirn und Rückenmark bestehen im Wesentlichen nur aus zwei untergeordneten Bestandtheilen, nämlich den beiden eigenthümlichen Urmassen des Nervensystemes, dem Systeme der Belegungsmassen und dem Systeme der Faserungsmassen. Die Elemente beider Systeme verschmelzen nie mit einander, sondern liegen nur neben und zwischen einander, wie die einzelnen Elementartheile einer jeden von ihnen. Alle die unendlichen Combinationen, in welche ihre gegenseitigen Stellungs- und Lagerungsverhältnisse eingehen, beziehen sich nur auf die grösstmöglichen, den speciellen Verhältnissen und Zwecken entsprechenden Modificationen der gegenseitigen Anlagerung und Einwirkung.

In der reinen weissen Substanz der Centraltheile des Nervensystemes verlaufen die Primitivfasern entweder nur gerade neben einander oder auf die verschiedenste Weise zu Plexusbildungen mit einander verbunden. Die Zwischenräume der Letzteren sind hier immer durch andere angrenzende oder in durchsetzender Richtung verlaufende Fasern, nicht aber mit heterogenen Bestandtheilen anderer Systeme ausgefüllt. Alle Primitivfasern sammeln sich an sehr vielen Stellen zu Stämmen, welche eine relativ sehr grosse Zahl derselben umfassen, nichts desto weniger aber eine allgemeine einfache Scheide entweder gar nicht besitzen oder in so geringem Grade und von so geringer Stärke, wie sie nur jeder einzelnen Primitivfaser selbst zukommt.

Die Scheide dieser, so wie das verbindende Zellgewebe, ist hier immer äusserst zart, durchsichtig, halbweich und dehnbar, und zeigt doch an jedem Puncte einen eigenthümlichen und charakteristischen Grad von Consistenz.

In dem Verlaufe der Primitivfasern wiederholt sich auch hier die Formation der interstitiellen Belegungsmassen. Die Kugeln derselben werden sowohl von den plexusartigen Faserbündeln umfasst, als von einzelnen umspinnenden Primitivfasern umgeben. Eben so existiren auch hier durchgehende Bündel, von denen oft ein Theil eine abweichende Direction verfolgt.

Wie schon bemerkt worden, sind die reinen Belegungsmassen dem Hirne und dem Rückenmarke eigenthümlich. Am deutlichsten erscheinen sie in der grauröthlichen Rindensubstanz der Hemisphären des grossen und des kleinen Gehirnes und in der grauröthlichen Substanz des Centrums des Rückenmarkes. Ihre Kugeln liegen hier nur durch Zellgewebe und Blutgefässe getrennt neben einander, und jedes Fasersystem ist von ihnen ausgeschlossen.

2. Alle in das Rückenmark eintretenden Fasern verlaufen zuerst quer nach dem Centrum, umspinnen hier besonders die äussere Parthie der Kugeln der in dem Centrum befindlichen Belegungsformation, und setzen dann ihren longitudinellen Verlauf nach dem Gehirne hin fort. Die der Länge nach verlaufenden Fasern gehen an der äusseren Peripherie in gerader Richtung vorwärts und bilden hier nur die mannigfachsten Plexus unter einander. Nach innen umfassen auch ihre Bündel die Kugeln der Belegungsmasse. Endlich ganz im Centrum befindet sich (jedoch vielleicht nicht bei allen Thieren) eine reine Kugelformation der Belegungsmassen.

Letzte Enden der Nerven sind in dem Rückenmarke bis jetzt noch nicht wahrgenommen worden. Die Anschwellungen des Rük-

kenmarkes am Halse und in der Sacralgegend stehen bekanntlich wohl grösstentheils mit der Stärke der Extremitätennerven in gleichem Verhältniss. Dadurch, dass die eintretenden Primitivfasern der Nervenwurzeln zuerst geschlängelt gegen das Centrum hin sich fortsetzen, müssen sie mehr Raum einnehmen, als wenn sie die longitudinal verlaufenden sogleich begleiteten. In diesem Falle würde der ganze Durchmesser des Rückenmarkes um etwas sich vergrössern. In jenem dagegen muss dieses in der Nähe der Eintrittsstelle bedeutender an Breite zunehmen.

3. Da, wo dem blossen Auge die Fasern (oder vielmehr Faserbündel) in die graue Substanz auszustrahlen scheinen, finden wir bei geeigneter mikroskopischer Untersuchung Plexusbildung: Centrale Endplexus. In ihren Maschen befinden sich schon Kugelanhäufungen der Belegungsmasse. Von da strahlen immer feinere Faserbündel aus, die sich wiederum zu Plexus verbinden, bis endlich zuletzt die einfachsten Primitivfasern in sich umbiegen: Centrale Umbiegungsschlingen der Primitivfasern, centrale Enden der Primitivfasern. Diese Letzteren sind besonders in der gelben Substanz der Hemisphären des grossen und kleinen Gehrines vorhanden. Ja sie selbst bedingen diese Farbennüancirung.

Je mehr die grauröthliche Substanz von den Primitivfasern und deren Bündeln durchsetzt wird, um so heller wird auch ihre Färbung. Sie scheint aber nur dadurch gelb zu werden, dass hier die einzelnen Endumbiegungsschlingen der Primitivfasern in den verschiedensten kleinsten Höhen dieselbe durchsetzen. Ich muss jedoch ausdrücklich bemerken, dass ein Umstand mich bis jetzt noch hindert, diesen Satz als völlig gewiss auszusprechen. Macht man nämlich einen feinen Schnitt, der durch die grauröthliche, die gelbe und die weisse Substanz zugleich geht, und betrachtet ihn in dem Compressorium unter

dem Mikroskope, so sieht man, dass eine bestimmte bogenförmige Grenzlinie zwischen der grauröthlichen und gelben Substanz sich vorfindet. Ja nicht selten gelingt es, durch ferneres Pressen die erstere von der letzteren zu trennen und etwas zu entfernen. Dazu kommt noch, dass die Kugeln der grauröthlichen Substanz unendlich schwierig darzustellen sind und dann höchst selten einen deutlichen Kern zeigen. Diese Momente könnten wohl als Gründe angesehen werden, um diese beiden Belegungsmassen von einander zu sondern und die reinen Belegungsmassen des Gehirnes und des Rückenmarkes als eine eigene Classe anzusehen. Bedenkt man aber, dass andererseits die einzelnen Kugeln der grauröthlichen Belegungsmasse, abgesehen von der grössten Zartheit ihrer kaum wahrnehmbaren Scheiden, durch keine festeren Massen (wie dieses bei den interstitiellen mit den Primitivfasern und den Primitivfaserbündeln der Fall ist) gehalten werden, so wird man geneigt, diese Abweichungen wiederum nur der Mangelhaftigkeit der Beobachtung zuzuschreiben. Nach meinen bisherigen Forschungen wage ich daher noch nicht, über diesen Punct bestimmt zu entscheiden.

Ueberhaupt dürften sich bei fortgesetzter Beobachtung des feineren Baues der Centraltheile des Nervensystemes noch manche Modificationen der Kugeln des Belegungssystemes auffinden lassen. Hierher gehören offenbar die Kugeln in dem Riechkolben der Säugethiere, in dem Gehörnerven der Vögel u. dgl., deren wir schon in der Abhandlung selbst genauere Erwähnung gethan haben.

D. Vergleichung des peripherischen und des centralen Nervensystemes unter einander.

Alle Unterschiede, welche sich in dem centralen und dem peripherischen Nervensysteme vorfinden, lassen sich aus dem Begriffe des Gegensatzes von Centrum und Peripherie vollständig

erklären. Die Uridee der Formation beider ist bis in die geringsten Besonderheiten durchaus dieselbe.

In dem peripherischen wie in dem centralen Nervensysteme liegen die Primitivfasern immer neben einander. Ihre Scheiden werden durch Zellgewebefäden an einander geheftet. In beiden verlaufen sie entweder parallel oder bilden Plexus unter einander; in beiden verbinden und trennen sie sich, je mehr sie sich ihrem letzten Ende nähern, zu Endplexus, bis sie endlich in beiden mit einfachen Umbiegungsschlingen schliessen. Ueberall, in dem peripherischen wie in dem centralen Nervensysteme, haben sie eine zellgewebige Hülle und einen hellen und durchsichtigen, farblosen, öligen Inhalt. Die interstitiellen Belegungsmassen zeigen Kugeln, welche denen der Belegungsmassen des centralen Nervensystemes durchaus analog sind. Beide zeigen das grauröthliche Parenchym, den hellen *nucleus* und das Körperchen auf der Oberfläche, beide werden von zellgewebigen Scheiden umgeben, die sich oft noch durch kleinere, strangartige Zwischenfortsätze mit einander verbinden. Die Kugeln selbst liegen entweder zerstreut zwischen den umfassenden Nerven, oder werden von den umspinnenden Primitivfasern in beiden Theilen des Nervensystemes dicht umgeben. In beiden erzeugt auch ihre grössere oder geringere Anhäufung gangliöse Anschwellungen, die in beiden Systemen für die allgemeinen morphologischen Verhältnisse nur von untergeordnetem Werthe sind. In beiden verbinden sich die Primitivfasern unter einander und constituiren Nerven und Stränge, suchen sich durch alle Combinationen der Plexusbildung mit einer grösstmöglichen Anzahl von heterogenen Primitivfasern in Berührung zu setzen, umfassen endlich an bestimmten Stellen die Kugeln der Belegungsmasse, welche entweder zerstreut oder in geringeren einzelnen Aggregationen zwischen ihnen liegen, und so die interstitiellen Belegungs-Formationen erzeugen.

In dem Hirne und dem Rückenmarke sollen die Primitivfasern in keinem Centrum zur Einheit zusammentreten. Da, wie wir bald sehen werden, eine Verschmelzung derselben hier unmöglich wäre, so muss sich dieses mehr als Tendenz zur Einheit, als dichte und enge Aneinanderlage gestalten. Ihre Scheiden, welche in den peripherischen Nerven am stärksten sind, werden kurz vor dem Eintritte in die Centraltheile schon dünner, und erhalten im Rückenmarke eine grössere Zartheit, als in der Peripherie, in dem Gehirne eine grössere als in jenem. Die Bestimmung des peripherischen Nervensystemes ist, sich in die Organe und Organtheile zu verbreiten. Daher liegen die Nervenstämme zwischen diesen, werden die Maschen der Plexus von heterogenen Parthieen ausgefüllt, strahlen die Bündel und Zweige aus und durchsetzen den Körper auf das Mannigfaltigste. In dem Centrum dagegen legen sie sich dicht neben einander und bilden höchstens genau an einander grenzende Stränge, welche nicht fremde Organe und Organtheile durchsetzen, sondern nur zwischen gleichartigen Nerventheilen hindurchgehen, und in den Maschen ihrer freien Plexus keine heterogenen Gewebe, sondern wiederum Primitivfasern hindurchtreten lassen.

Die interstitiellen Formationen haben, gleich den Primitivfasern, in der Peripherie im Ganzen derbere Scheiden, als in dem Centrum. Die Scheiden der Kugeln bilden dort ihrer Stärke nach leicht wahrnehmbare Gradationen, die in der centralen analogen Bildung durch die leichtesten Nüancen ausgedrückt werden, wie dieses auch bei den Primitivfasern der Fall ist. In der Peripherie werden die einzelnen Aeste und Zweige der Nerven von eigenthümlichen zellgewebeartigen Scheiden umhüllt; in dem Centrum ist dieses in Ansehung der einzelnen Hauptparthieen, wie der Verlauf der *dura mater* (die aus analogen, denen des Zellgewebes isomorphen Fäden besteht) lehrt, ebenfalls der Fall. An diesen Hüllen haben wir in dem Centrum so-

wohl, als in der Peripherie, in isolirten Beispielen Pigment, Fett und anorganische Deposita angetroffen.

Es giebt also zwei continuirlich mit einander verbundene Hälften des einen Nervensystemes, nämlich eine centrale und eine peripherische Hälfte, welche beide der Uridee nach ganz gleich gebildete Conformationen der Primitivfasern und der Belegungsmassen enthalten, nämlich Nerven und Stränge der weissen Substanz, mannigfache Combinationen der Anlagerungsverhältnisse der Primitivfasern in ihren Zerstreuungen in den Organtheilen und ihrer Sammlung im Centrum, Plexusbildung und Endigung mit einfachsten Plexus, d. h. mit Endumbiegungsschlingen der einzelnen Primitivfasern, interstitielle Belegungsformation mit vereinzelten Kugeln oder grösseren Aggregationen derselben. Ja, führen wir den Vergleich fort, so entsprechen die oberflächlichen Stränge der weissen Subtanz des Rückenmarkes und viele des Gehirnes den peripherischen Nerven, und die meisten Hirnganglien den peripherischen Ganglien. Auf eine überraschende Weise findet aber der *N. sympathicus* sein Analogon in einem Theile des Rückenmarkes. Wir haben oben gesehen, dass der erstere insofern eigenthümlich ist, als sein Stamm nicht isolirt aus einer bestimmten Stelle des Hirnes oder des Rückenmarkes entspringt, sondern aus einzelnen Primitivfasern, welche von den einzelnen Cerebrospinalnerven, besonders den beiden Wurzeln der Rückenmarksnerven kommen, zusammengesetzt wird, und als sein ganzer Verlauf oder der bei weitem grösste Theil desselben interstitielle Belegungsformationen enthält. Ganz dasselbe ist in dem Rückenmarke da der Fall, wo die Primitivfasern mit der in der Mitte befindlichen grauen Substanz in Berührung treten. Die longitudinal verlaufenden Fasern entsprechen den longitudinal verlaufenden Primitivfasern des *sympathicus*, die auch ursprünglich von den beiden Wurzeln der Spinalnerven herkommen. Sie werden aber im *sympathicus* jedesmal local durch

die von den beiden Rückenmarkswurzeln kommenden Primitivfasern verstärkt. Eben so gehen einzelne eintretende Primitivfasern der beiden eintretenden Rückenmarksnervenwurzeln transversal gegen die Mitte, bilden hier mit den schon longitudinal verlaufenden Plexus und umfassen interstitielle Belegungsformationen. Wie sie in dem *sympathicus* in die einzelnen Organe und Organtheile verlaufen, so setzen sie sich hier zuletzt in das Gehirn weiter fort.

Dieses ganze, aus zwei symmetrischen Hälften, der centralen und der peripherischen (abgesehen von der bekannten seitlichen Symmetrie) bestehende System nenne ich im engeren Sinne das innere Marksystem des Nervensystemes. Wenn es auch offenbar nicht einzig und allein der Leitung dient, so ist diese doch eine Hauptfunction seiner Organtheile, wie wir bald darstellen werden. Aus diesem Grunde könnte man es auch das niedere, das leitende System nennen.

Wie aber in der Peripherie die Organe und Organtheile die Objecte der Wirkung des Nervensystemes sind, wie diese dieselben überall umfassen, um der Effecte desselben theilhaftig zu werden, wie also hier der Einfluss des Nervensystemes durch dieselben bestimmt wird oder auf sie bestimmend wirkt, so ist dieses auch in dem Centrum, als dem entgegengesetzten Pole, mit nothwendig entgegengesetzter Uridee in dem Rindensysteme im strengsten Sinne des Wortes der Fall. Auch dieses legt sich genau an die Grenzen des leitenden Systemes, des inneren Marksystemes, an, füllt hier sogar schon die Maschen der Endplexus aus und geht mehr unmittelbar, wenigstens an manchen Orten des Gehirnes und in dem Centrum des Rückenmarkes, in die interstitielle Belegungsformation über. Als das Höhere besteht es aus der unvermischten einen Urmasse des Nervensystemes, den Kugeln der grauröthlichen Belegungsmasse, welche ihrer Natur nach sich zwar

immer noch discret zeigen, deren einzelne Grenzen aber so zart sind, dass sie fast zu einer höheren Substanz eingehen.

Stellen wir uns aber den **Urtypus des gesammten Nervensystemes** klar vor Augen, so können wir ihn in Folgendem kurz zusammenfassen. **Das Nervensystem besteht aus dem inneren Marksysteme oder dem leitenden niederen Systeme, und dem Rindensysteme, dem schaffenden *) höheren Systeme. Das Erstere bildet eine rundliche Aggregation von in sich zurückkehrenden Primitivfasern, welche theils gerade neben einander verlaufen, theils sich in ihren gegenseitigen Stellungsverhältnissen auf das mannigfachste combiniren, und an bestimmten Orten die vereinzelten Kugeln der mit dem zweiten Systeme verwandten Kugeln der Belegungsmasse zwischen sich fassen. Dieses Letztere dagegen umfasst mit seiner aus blossen Kugeln bestehenden Masse die leitende Marksubstanz.**

Wir wissen, dass jede einzelne Primitivfaser in einem Zuge von ihrem letzten Ende in dem centralen Nervensysteme bis zu ihrem letzten Ende in dem peripherischen Nervensysteme continuirlich verläuft und zuletzt in eine andere, ebenfalls gerade so verlaufende Primitivfaser umbiegt. Wir haben oben theils durch anatomische, theils durch physiologische Gründe nachgewiesen, dass nur homogene Fasern sich in der Peripherie verbinden können. Es frägt sich nun aber, ob auch in dem Centrum dieselben zwei Primitivfasern, welche sich in der Peripherie durch eine einfache Umbiegungsschlinge vereinigt haben, verbinden oder nicht. Auf anatomischem Wege dieses zu beweisen, ist durchaus unmöglich. Von Seiten der Physiologie liesse sich der

---

*) Es versteht sich von selbst, dass die Ausdrücke „leitend" und „schaffend" hier nur im abstracten, willkührlichen Sinne gebraucht sind, ohne damit irgend die bestimmte speciell functionelle Rücksicht ausschliessend zu bezeichnen.

Fall so erklären, dass nicht dieselben Primitivfasern, welche in der Peripherie in einander zurück gelaufen sind, auch in dem Centrum in einander umbiegen, sondern dass jede derselben in eine andere Primitivfaser sich fortsetze. Sie würden dann eine fortlaufende Schlangenlinie bilden, deren eine Umbiegung die Umbiegungsschlinge im Centrum, die andere die in der Peripherie wäre. Da jede Primitivfaser nur in ihrer eigenthümlichen Richtung ihre Energie zum Vorschein bringt, so würde auch unter dieser Conformation die Bestimmtheit des Eindruckes und der Reaction nicht im mindesten leiden. Allein hier müssten wir die Enden der Schlangenlinie an den Endpuncten des Hirnes und des Rückenmarkes, oder in dem Ersteren allein endigen sehen, — eine Beobachtung, die bisher noch nie gelungen ist und ein Verhältniss, für das kein bisher wahrgenommenes Factum spricht. Es bleibt daher nach diesen negativen Gründen zur Zeit nur übrig, anzunehmen, dass dieselben beiden Primitivfasern, welche in der Peripherie durch ihre Endumbiegungsschlinge in einander übergegangen sind, auch in dem Centrum sich mit einander verbinden. Abgesehen also von den unendlichen Biegungen und Krümmungen der Primitivfasern längs ihres Verlaufes, bildeten dann immer zwei entsprechende Primitivfasern eine continuirliche, in sich zurückkehrende ellipsoidische Curve, deren Seiten auf das mannigfachste gebogen verlaufen.

E. Vergleichung des Nervensystemes mit einigen anderen Systemen des Körpers.

Alle Systeme des Körpers zerfallen in drei Classen, nämlich 1) in solche, welche bestimmten einzelnen Functionen vorstehen und in ihrem Baue, wie in ihren Thätigkeiten, durchaus nur einzelnen speciellen und individuellen Zwecken entsprechen. Sie sind daher gleichsam Mikrokosmen in dem im Verhältniss zu ihnen als Makrokosmus anzusehenden Ganzen des Organismus. So sehr sie auch

wiederum in einzelne Gruppen und Ordnungen zerfällt werden können, so stimmen doch die Systeme der Sinnes-, der Bewegungs-, der Verdauungs-, der Respirations-, der Harn- und, wie wir bald sehen werden, zum Theil der Geschlechtsorgane hierin überein. Ich nenne sie individuelle Systeme des thierischen Körpers. 2) Gewisse Systeme haben zwar auch ihre individuell bestimmten und eigenthümlichen Verhältnisse der Gestaltung und der Function; allein sie sind keinesweges in sich abgeschlossen, sondern kommen in ihrer Individualität, in ihrer Concretheit mit den übrigen Organsystemen des Körpers in Berührung. Sie sind daher allgemeinere Systeme. Als solche haben sie aber entweder *a*) selbst einen allgemeineren Charakter, d.h. sie gehen nicht zu allen und zwischen alle einzelnen Elementartheile der Organe, sondern nur zwischen grössere oder geringere Sammlungen derselben, die man als mehr oder minder bestimmte kleinere Theile dieses Organes (als Organtheile) ansehen kann. Nach diesem Charakter manifestiren sie sich also als concret allgemeine Systeme des thierischen Körpers. Diese sind das Nerven- und das Blutgefässsystem. Oder *b*) die einzelnen Elementartheile eines solchen Systemes gehen in und zwischen die einfachsten Elementartheile der Organe. Insofern ist ein solches System speciellster Natur; wegen seines allgemeinen Vorkommens aber wiederum allgemein. Ich nenne es daher speciellst allgemeines System. Hierher gehört vor Allem das Zellgewebe und nächst diesem als Nebenbildungen Pigment, Fett und anorganische Deposita.

Hieraus folgt nun, dass das Nervensystem und das Blutgefässsystem in allen einzelnen Merkmalen der concret allgemeinen Systeme des Körpers mit einander übereinstimmen müssen. Die Wahrheit dieser Ansicht ergiebt sich auch sogleich bei näherer Betrachtung. Nerven und Blutgefässe verbreiten sich in allen Organen (und zwischen und auf den meisten Organtheilen) des Körpers, die Ramificationen

ihrer Aeste dringen auf das mannigfaltigste in die einzelnen Organe ein, und die Netze der Endplexus, so wie die Netze der feinsten Blutgefässe umspinnen auf das zahlreichste die einzelnen Organtheile. Die Charaktere dieser Netze werden überall durch gleiche Momente, nämlich durch die Natur des Organes, die Form der Organtheile, die Verhältnisse der Gewebe und das Stadium der Ausbildung der Gewebe genau bestimmt, ohne dass jedoch beide hierdurch je eine ganz gleiche Gestalt annehmen. Denn dieses wäre und ist wiederum der speciellen Individualität jedes einzelnen dieser Systeme gerade zuwider. Auch die feinsten Verästelungen beider gehen nie an einfachste Elementartheile, sondern nur an eine grössere oder geringere Ansammlung derselben. Beide sind bis in ihre letzten Enden hinein ganz genau getrennt und von den angrenzenden Gebilden geschieden, da die feinsten Capillaren überall ihre definitiven und selbstständigen Gefässwandungen eben so besitzen, wie die einfachsten Primitivfasern ihre Scheiden. Beide sind durchaus in sich geschlossen. Ihre Enden sind bogenförmig als die einfachste Netzformation.

Ihre Einwirkung betreffend, so vermögen sie nur auf vermitteltem Wege alle ihre Effecte auf die Organtheile des Körpers auszuüben, die Blutgefässe durch ihre Gefässwandungen, die Primitivfasern durch ihre Scheiden. Jemehr die Blutgefässe, sey es in den Arterien oder in den Venen, an Umfang zunehmen, um so dicker werden ihre Wandungen und um so mehr wird daher auch ihre Einwirkung auf die benachbarten Organtheile erschwert. Daher liegen sie auch dann von diesen entfernter und durch grössere Zellgewebemassen getrennt. Ganz dasselbe ist auch bei den Nerven der Fall. Wenn auch, wie man sich durch Experimente sehr leicht überzeugen kann, jede einzelne Primitivfaser an jeder Stelle ihres ganzen Verlaufes gegen Reize empfänglich ist und von jeder Stelle der Affection aus reagirt, wenn sie auch von jedem Puncte aus mit Blitzesschnelle ihre Irritation fortpflanzt,

und mit Blitzesschnelle sowohl an ihrem centralen, als an ihrem peripherischen Ende in dem unverletzten Körper (in abgeschnittenen Theilen natürlich, so lange die Reizbarkeit dauert, nur an ihrem peripherischen Ende) zum Vorschein bringt, so finden sich in gleichem Verhältnisse, wie eine grössere Anzahl von Primitivfasern zusammentreten, auch eine stärkere selbstständige zellgewebige Scheide und mehr zellgewebige Zwischenmassen innerhalb dieser und zwischen den einzelnen Bündeln der Primitivfasern, — lauter Momente, welche isolirend einwirken. Auch hier zeigt sich dieselbe um so grössere, durch zellgewebige Massen vermittelte Sonderung und Trennung von den einzelnen Organtheilen.

Aber die bei weitem interessantesten Aufschlüsse können uns die individuellen Unterschiede dieser beiden concret allgemeinen Systeme geben. Denn sie belehren uns erst über das wahre Wesen jedes einzelnen derselben. Offenbar ist das Blutgefässsystem das Niedrere, das Nervensystem dagegen das Höhere. Das Niedere hat von dem sinnlichen Standpuncte, von Seiten der materiellen Erscheinung aus, die Form des Unbestimmten, des mehr Gleichartigen. Es ist entweder noch gar nicht isolirt, oder, wenn getrennte Theile desselben existiren, so verbinden sie sich mit einander, oder gehen in einander unmittelbar über. Das Höhere ist von dem sinnlichen Standpuncte aus bis in seine kleinsten Theile auf das strengste geschieden und individualisirt. Jede unmittelbare Vereinigung ist von ihm ausgeschlossen und die Einheit des Ganzen ist die, die Aggregation der individuellsten Form beherrschende Einheit der Uridee der Bildung, wie der Function. Hier ist dann der höchste Standpunct, sowohl in dem materiellen Ausdrucke durch die individuellsten Formationen, als durch die geistige Herrschaft in der höchsten Verbindung der Uridee zugleich ausgesprochen. Ganz so gestaltet sich das Verhältniss des Blutgefäss- und des Nervensystemes. Die einzelnen Gefässe sind mit einander vielfach

verbunden; alle ihre Höhlungen in dem ganzen Körper gehen continuirlich in einander über, so dass nur ein fortgesetztes den ganzen Körper durchziehendes Cavum entsteht. Die Wandungen aller Gefässe gehen continuirlich in einander über. Die Zahl der Längen- und Querfaserschichten der Arterien wird immer um so weniger zahlreich, je mehr sie sich den Capillaren nähern, und eben so allmälig geht der eigenthümliche Bau der Venenhäute aus diesen hervor. Das Herz ist nur eine grosse Höhle, dessen Wände jedoch einen eigenthümlichen, von Arterien und Venen streng geschiedenen und nicht unmittelbar in diese übergehenden Bau haben *). Aber seiner Uridee (wie seiner individuellen Entwickelung nach) ist es nur ein grosses Gefäss. Wie ganz anders ist dieses in dem Nervensysteme der Fall. Jede einzelne in sich geschlossene Primitivfasercurve, jede einzelne Kugel der Belegungsmasse ist ein in dem ganzen Nervensysteme allein und für sich existirendes Ganze und geht nirgends in einen gleichartigen oder ungleichartigen Theil über. Aggregationen dieser immer getrennten Elementartheile constituiren hier die einzelnen Organtheile und die ganzen Organe. In diesen ist also von der sinnlichen Seite aus der höchste Standpunct durch grösstmögliche Isolirung der immer individuellen und nie in einander übergehenden Elementartheile erreicht. Gerade solche im höchsten Grade geschiedene, gleichartige Elementartheile können jedoch andererseits nur durch den höchsten Standpunct ideeller Zusammenfassung zur Einheit verbunden werden. Je mehr aber diese rein vorherrscht, um so mehr strebt auch die Masse, zu einer indefiniten Einheit zurückzutreten. Als wäre es aber dem Nervensysteme nicht erlaubt, hierdurch auch den höchsten, sinnlichen Standpunct der grösstmöglichen materiellen Individualisirung der Ele-

*) Diese auf bisher unbekannten Verhältnissen beruhende Sätze habe ich in meiner eben erscheinenden Mechanik des Blutlaufes durch Beobachtungen begründet.

mentartheile zu verlassen, werden nur die Scheiden der Primitivfasern und der Kugeln der Belegungsmasse sowohl ihrer Dicke, als der Consistenz ihrer Fasern nach immer zarter und zuletzt bis auf einen äusserst geringen Grad reducirt, wie die Vergleichung der Hüllen der peripherischen Primitivfasern und der des Rückenmarkes, der fortlaufenden des Gehirnes, der der centralen Endplexus und der centralen Umbiegungsschlingen, so wie die der Hüllen, der Kugeln der interstitiellen, peripherischen und centralen und der reinen Belegungsformation deutlich gelehrt hat. Selbst in der letzteren aber schwinden sie nie gänzlich.

Je niederer eine Function steht, um so schärfer wird sie auch die Effecte ihrer Wirksamkeit ausdrücken. Dieses ist bei dem Blute durchaus der Fall. Seine Masse ist nicht einfach, sondern zerfällt in Flüssigkeit und Körperchen, und zeigt in den Arterien eine andere Färbung als in den Venen. Die Häute seiner Gefässwandungen enthalten in sich mehrere differente Elementartheile, die sich zum Theil auch von den übrigen Elementartheilen des Körpers wesentlich unterscheiden. Nicht so in dem Nervensysteme. Der Inhalt der Primitivfasern ist überall gleich und gleichmässig, besteht nirgends aus einer flüssigen Masse und rein festeren, isolirten Körperchen, sondern hat immer eine bestimmte halbweiche Aggregationsform, welcher Consistenzgrad zur Fortpflanzung der gleichmässigen Leitung offenbar am tauglichsten ist. Die Scheide hat keine eigenthümlichen Elementartheile, sondern entweder wahres Zellgewebe, oder wenigstens eine diesem isomorphe Bildung. Sie ist durchaus dieselbe in den Hüllen der Primitivfasern, wie an den Kugeln der Belegungsmasse. Dass diese aus keiner einfachen Substanz, sondern aus einem Parenchyme, einem *nucleus* und dem auf der Oberfläche befindlichen Körperchen bestehen, wird sich vielleicht bald erläutern lassen.

Das Blutgefässsystem hat keine getrennte und neu hinzukommende centrale Formation, sondern seine eigenthümliche Centralbildung ist mit den peripherischen Formationen noch verschmolzen, ist nur eine locale höhere Ausbildung eines Punctes dieses an sich mehr gleichartigen Systemes, wie die individuelle Entwickelung deutlich lehrt. Ja diese höhere Steigerung der Bildung kann sich im Körper selbst mehrfach wiederholen, wie das Caudalherz des Aales, das Intestinalherz mehrerer Knorpelfische und das Lymphherz der Amphibien beweist. Nicht so in dem Nervensysteme. Die reine Belegungsformation ist von den übrigen Formationen geschieden und findet sich nur im Centrum, nie in der Peripherie.

Vergleichungen des Nervensystemes mit den individuellen Systemen dürften wenige Wahrheiten enthüllen. Höchstens könnte man den discreten Verlauf und die Juxtaposition der Primitivfasern, ihre Vereinigung zu Bündeln, Zweigen und Stämmen mit den analogen Verhältnissen der Muskelfasern in Beziehung bringen.

Dagegen liefert das Zeugungssystem, welches offenbar nur zum Theil zu der ersten, von uns eben aufgestellten Classe gehört und das eine höhere mehr an und für sich individuelle Stelle innerhalb des individuellen Organismus einnimmt, mehrere neue Gesichtspuncte der Vergleichung. Die Zeugungsorgane haben denselben Grad von ideeller Wirksamkeit (zum Theil sogar einen noch höheren) als das Nervensystem. Dieses übt in stiller Erhabenheit bei möglichster Gleichheit seiner Urmassen seine augenblicklichen Effecte nach vollendeter Bildung seiner Elementartheile aus, und muss hierzu sowohl den höchsten Grad sinnlicher Efformation, als die höchste Stufe idealer Wirksamkeit gegenwärtig und augenblicklich erreichen. Die Wirkungen der Zeugungsorgane sind auf die Zukunft, auf ein noch nicht sinnlich Existirendes gerichtet. Insofern ist ihre Thätigkeit gewissermaassen sogar höher als die des Nervensystemes. Ihre materiellen Producte

aber müssen weit mehr ideell in ihnen enthaltene Perfectibilität, als materielle, sinnliche Ausbildung ihrer Elementartheile besitzen. Dieses muss nothwendig in ihrem höchsten Producte, dem Ei, realisirt seyn. Das Ei besteht zwar aus Dotterhaut, Dotter, Keimbläschen und Keimfleck; allein die Dotterhaut dient nur zum Schutze des Dotters; dieser ist ein Nahrungsstoff für das zukünftige in seiner Nähe entstehende neue Individuum, und nur aus den kleinsten Theilen des Eies, dem Keimbläschen und dem Keimflecke, geht in Folge der Imprägnation die Keimhaut hervor, die anfangs selbst nur aus dem einfachen, halbflüssigen, durchsichtigen Blastem und den in diesem enthaltenen gleichartigen Körperchen entsteht. Hier ist also die höchste ideelle Thätigkeit und der nach den Verhältnissen mögliche grösste Grad materieller Indifferenz, als die niederste Stufe sinnlicher Ausbildung, zugleich vorhanden. Aber auf welch eine überraschende Weise stimmt die Uridee der unbefruchteten Eiform mit der Uridee der Formation der Bildungskugeln überein! Die runden Scheiden dieser Kugeln entsprechen der Dotterhaut, die, wie sie, aus zellgewebigen Fasern zusammengewebt ist. Der Dotter besteht bekanntlich zuerst aus einer sehr feinkörnigen Masse, zwischen die sich dann erst im Verlaufe der Entwickelung einzelne Oelkugeln *) lagern. Als sey für die Bildung der Primitivfasern in dem Nervensysteme jeder ölige Stoff verwendet, besteht das Parenchym der Kugeln der Belegungsmasse aus sehr feinen Körnern, die, wie dieses auch im Dotter der Fall ist, durch einen etwas zähen hellen Stoff mit einander verbunden werden. Das Keimbläschen liegt in der Nähe der Oberfläche des Dotters eingebettet und besteht aus einer einfachen Membran und einer hellen eingeschlossenen Lymphe. Ganz dasselbe ist mit dem *nucleus* der Belegungskugeln

*) Auch diese sind, wie der Verfolg der Entwickelung lehrt, ein blosses Reservoir nährender Materie des zukünftigen Embryo; also eine aus der individuellsten Uridee der Zeugung hevorgegangene Bildung.

der Fall. Der Keimfleck ist isolirt und befindet sich ganz an der Oberfläche; eben so auch zeigt sich beides an dem der Mitte des *nucleus* entsprechenden Körperchen. In der *actu* dargestellten Formation des unbefruchteten Eies liegt *potentia* ein neues Wesen; dieses ist gleichsam ideell schon in ihm enthalten und kommt erst materiell nach geschehener Befruchtung zum Vorschein. Sollte nicht eben so jede einzelne Kugel der Belegungsmasse der indifferente materielle Ausdruck einer unendlichen, *potentia* in ihr involvirten Welt seyn, die hier als auf das Gegenwärtige gerichtet, sich auch nie materiell in specielleren Bildungen (wie dieses im Eie nach der Imprägnation der Fall ist) auszudrücken vermag?

F. Einige aus dem Vorhergehenden in Rücksicht der Functionen abzuleitende Folgerungen.

Obgleich in jedem einzelnen peripherischen Nervenstamme motorische und sensible Fasern auf das mannigfaltigste verbunden dicht neben einander verlaufen, so springt hier doch nie der Reiz und die Reaction von einer Primitivfaser zu einer dicht daran liegenden homogenen oder heterogenen Primitivfaser über, wie physiologische Experimente unumstösslich darthun. Die Scheide der Primitivfasern, welche hier den höchsten Grad ihrer Ausbildung erreicht, wirkt als vollständiger Isolator. Anders ist dieses aber schon in dem Rückenmarke, wo die Scheiden der Primitivfasern um vieles zarter sind. Bekanntlich entstehen in getrennten Theilen, deren Nerven noch ihre ungestörte Verbindung mit dem Rückenmarke besitzen, auf angeregte Reizung der sensiblen Hautnerven eine automatische, motorische Reaction, die sogleich schwindet, wenn das Rückenmark zerstört, oder wenn auch nur der Zusammenhang desselben mit den Nerven des Theiles unterbrochen wird. Man nennt bekanntlich diese Erscheinung reflectirende Function. Wenn man, wie es in der That geschehen ist, nur

die physiologische Seite dieses Phänomenes betrachtet, so glaubt man die Erklärung darin zu finden, dass motorische und sensible Fasern in dem Rückenmarke sich vereinen und so diese Reaction erzeugen *). Allein abgesehen von allen anderen Gegengründen, müssten sich dann heterogene Primitivfasern in dem Rückenmarke mit einander verbinden, was, wie wir oben gezeigt haben, an keiner Stelle des Nervensystemes mit Recht angenommen werden darf. Da nun aber, wie im Vorhergehenden bewiesen worden ist, die Primitivfasern des Rückenmarkes sich sämmtlich in das Hirn fortsetzen, ohne in dem ersteren mit ihren einfachsten Umbiegungsschlingen zu endigen, so verliert die eben angeführte Erklärungsweise alle Wahrscheinlichkeit. Dagegen ist es kaum zu bezweifeln, dass in dem Rückenmarke die heterogene Reaction der reflectirenden Function deshalb zu Stande kommt, weil die Scheiden der Primitivfasern hier um vieles zarter sind und daher nicht mehr so sehr als vollständige Isolatoren wirken. Deshalb erscheinen die Phänomene der Reflexion nur bei leicht reizbaren Thieren und Theilen derselben auf kleineren angebrachten Reiz.

Da die Primitivfasern der Cerebralnerven nach ihrem Eintritte in das Gehirn grösstentheils noch feinere Scheiden besitzen, als wir an denen der Spinalnerven nach ihrer Einsenkung in das Rückenmark wahrnehmen, so müssen hier die Erscheinungen der reflectienden Function noch stärker hervortreten. In der That ist dieses auch an den Köpfen enthaupteter Thiere der Fall. Eben so müssen auch die auf demselben Grunde beruhenden Erscheinungen der associirten Bewegungen dann besonders deutlich werden. Dieses sehen

*) Hier müsste sich sogleich jede eintretende motorische Faser mit jeder eintretenden sensiblen Faser verbinden, da sonst die Phänomene der Reflexion nicht zu Stande kommen könnten, wenn nur ein sehr kleiner correspondirender Theil des Rückenmarkes unverletzt ist. Das Erstere ist aber bestimmt nicht der Fall; das Letztere dagegen leicht wahrzunehmen.

wir an den auf Bewegung der Augenmuskeln erfolgenden Veränderungen der Pupille am deutlichsten.

Nur wenn die Primitivfasern ihren ununterbrochenen Verlauf bis in das Gehirn hinein besitzen, sind sie dem Willen unterworfen; sind ihre Actionen und Reactionen mit dem Bewusstseyn des Thieres verbunden. Es ist also hierzu der Einfluss der Kugeln der Belegungsmassen nothwendig. Dieser wird hier durch die grosse Dünne der Scheiden bedingt. In der That sehen wir aber auch gerade in den Centraltheilen des Nervensystemes die grösstmögliche Approximation der Primitivfasern eben so wie die gegenseitige der Primitivfasern und der Kugeln der interstitiellen Belegungsformation auf jede mögliche Weise begünstigt. Abgesehen von den eben berührten und schon früher ausführlich dargestellten Verhältnissen der Scheiden, liefert auch die Conformation der Blutgefässe einen Beleg für diesen Satz. Während die einzelnen Bündel der peripherischen Primitivfasern mit zahlreichen Blutgefässen umsponnen werden, finden sich diese nur in sehr geringer Zahl zwischen den Bündeln der centralen, und hier nur zwischen solchen, welche eine bedeutend grössere Zahl von Primitivfasern enthalten. Etwas zahlreicher werden sie schon in der centralen interstitiellen Belegungsformation, und bei weitem zahlreicher in der reinen Belegungsformation. Da aber hierdurch eben nach dem wechselnden Zustande der Leerheit oder der Füllung der Blutgefässe in gleichem Verhältnisse des Gefässreichthumes dieser Theile die Möglichkeit der Vereinigung der Actionen zu einer Einheit, wie es in dem Bewusstseyn stattfindet, zu- und abnimmt, so erhalten wir hierdurch einen Fingerzeig für die Erklärung mancher Phänomene. Im wachenden Zustande, wo im Allgemeinen die grösstmögliche gegenseitige Einwirkung der beiden Urmassen des Nervensystemes realisirt ist, kommen auch alle Eindrücke zum Bewusstseyn und gehen auch alle Reactionen von dem Bewusstseyn aus. Sollte aber nicht im Zustande

von Comà und Lethargie, wobei passive Congestionen des Blutes nach dem Kopfe stattfinden, eben daher die unmittelbare Einwirkung der beiden Urmassen des Nervensystemes auf einander verhindert und jener apathische Zustand, welcher darauf beruht, dass Eindrücke nur äusserst schwer zum Bewusstseyn kommen, und bewusste Reactionen fast gar nicht erfolgen, erzeugt werden *)? Ja, sollten sich selbst die Phänomene des Schlafes hierdurch erklären lassen, da auch hier eine passive Congestion des Blutes stattfindet, und diese vermöge der Conformation der feinsten Blutgefässnetze die reine Belegungsformation, als die höchste Bildung des centralen Nervensystemes, gerade am meisten betrifft?

Dass der diese Vermuthungen unterstützende Grund keine blosse aus der Luft gegriffene Chimäre sey, lehren deutlich die Verhältnisse der peripherischen interstitiellen Belegungsformation, insbesondere der *N. sympathicus*. Hier finden wir die Kugeln der Belegungsmasse in Ansehung der Primitivfasern in ganz analogen Verhältnissen der Stellung und Anordnung wie in dem Gehirne. Allein da die Primitivfasern hier eine eben so starke Scheide haben, als in den freien peripherischen Primitivfasern (und wo dieses nicht der Fall ist, die vielfach das Ganglion durchziehenden Fäden ihre Stelle ersetzen), da ferner die Kugeln der Belegungsmasse relativ eben so starke und zum Theil noch stärkere Hüllen besitzen, und da endlich der ganzen Formation die Kugeln der reinen Belegungsmassen fehlen, so sieht man ein, dass sie zwar im Stande seyn müsse, motorische Effecte hervorzubringen, dass aber diese Wirkungen deshalb nicht zum Bewusstseyn kommen und von Willkühr bestimmt werden können, weil hier die Bedingungen derselben (mehr oder minder unmittelbare Juxtaposition der beiden

*) Auch der Zustand der Blutgefässe des Hirnes während des Winterschlafes scheint dafür zu sprechen.

Urmassen und Existenz der reinen Belegungsmasse) gänzlich fehlen. Weil aber in allen motorischen Nerven die Leitung der Bewegung von dem Puncte ihres Entstehens aus nie centripetal gehen kann, so können die Impulse dieser Bewegungen auch nicht zn dem centralen Nervensysteme fortgeleitet werden und so zum Bewusstseyn gelangen. Da jedoch die Primitivfasern des *N. sympathicus* ursprünglich wahre Cerebrospinalnerven sind, so müssen alle heftigen Eindrücke auf das centrale Nervensystem auch auf diese influiren. Hierdurch erklärt sich z. B. die Veränderung des Herzschlages nach Gemüthsaffecten, nach gröberen mechanischen Verletzungen des Hirnes und Rückenmarkes u. dgl.

So allgemein wahr es ist, dass die hinteren Rückenmarkswurzeln nur der Empfindung, die vorderen nur der Bewegung dienen, so richtig und durch vielfache übereinstimmende Erfahrungen nachgewiesen ist es auch, dass die vorderen und hinteren Stränge des Rückenmarkes in dieser Rücksicht keine reinen Resultate mehr geben. Der Grund, weshalb dieses so und nicht anders seyn muss, ergiebt sich aus der von uns eben dargestellten feineren Organisation des Rückenmarkes.

Anhang.

Nervensystem der wirbellosen Thiere.

Nachdem uns so der Typus des Nervensystemes der Wirbelthiere klar geworden und die einfache Beobachtung dahin geführt hat, das Labyrinth seiner Erscheinungen auf ein sehr einfaches Urbild des Ganzen zu reduciren, müssen wir nun zunächst zu erforschen suchen, ob das Nervensystem der wirbellosen Thiere in Rücksicht seiner feineren Organisation mit dem der Wirbelthiere Analogieen und Ueber-

einstimmungen zeige oder nicht. Da nach dem allgemein in der Natur herrschenden Gesetze der Gleichheit sich das Erstere erwarten lässt, — eine Vermuthung, die sich schon am Eingange der Untersuchung bestätigt — so wird es von nächstem Interesse seyn, die mehr auf Individualitätscharakteren beruhenden Urdifferenzen des feineren Baues des Nervensystemes der Wirbellosen und der Wirbelthiere zu ermitteln. Obwohl hier die Untersuchung noch unendlich schwieriger ist, als an den gleichen Theilen der Wirbelthiere, und wir daher manches, was bei diesen klar daliegt, bei jenen noch unentschieden lassen müssen, so bietet sich doch hier fast noch mehr Interessantes dar, als bei der Untersuchung, welche wir so eben verlassen haben.

Ich habe bis jetzt Thiere aus den Classen der Crustaceen, Insecten, Anneliden und Mollusken in Rücksicht der feineren Organisation ihres Nervensystemes untersucht. Die Urtypen zeigen sowohl in allen diesen Thieren unter einander, als in Vergleichung mit den Wirbelthieren, eine so wunderbare Uebereinstimmung, dass es nicht gewagt ist, wenn man gleiche Verhältnisse auch für die bis jetzt noch nicht erforschten Classen der Wirbellosen annimmt.

Der Bauchstrang des officinellen Blutegels, dessen schematische Darstellung auf Tab. VIII. Fig. 61. geliefert ist, besteht ausser dem Hirne und dem Schwanzganglion meist aus 19 Ganglien, welche durch scheinbar einzelne Verbindungsfäden zu einer Reihe vereinigt sind. Aus jedem Ganglion entspringen jederseits drei seitliche Hauptzweige, welche sich dann in die einzelnen Organe verbreiten. Schon unter schwacher Vergrösserung sieht man, dass der Verbindungsfaden immer aus zwei neben einander verlaufenden Nervenbündeln besteht, so dass hier, gleichwie in diesen Ganglien selbst (was bald erhellen soll) eine genaue Symmetrie zweier seitlichen Hälften existirt.

Werden nun zuvörderst die Nervenzweige des Blutegels untersucht, so scheinen sie zwar grösstentheils aus Kügelchenreihen oder einem feingekörnten, parallel granulirten Wesen zu bestehen, und so von den Nerven der Wirbelthiere sich wesentlich zu unterscheiden. Allein bei einer einigermaassen genaueren Betrachtung, besonders bei vorsichtigem Gebrauche des Compressorium's, sieht man, dass jeder Nerve hier ebenfalls aus Primitivfasern zusammengesetzt ist, welche immer genau neben einander liegen und eben so verlaufen, nie aber sich mit einander verbinden, die sogar eine relativ festere Scheide haben, als die Primitivfasern der Wirbelthiere, und eine sehr flüssige, ganz helle, durchsichtige, vielleicht mit einem äusserst feinkörnigen Wesen vermischte Substanz enthalten *). Wird ein Ganglion mit den

*) Nicht bloss die Nerven, auch alle übrigen Gebilde zeigen in den niedersten Thieren dieselben Urideen ihrer Formation, wie in den höheren Thieren. Die Muskelfasern und Muskelfäden weichen bei den Crustaceen, den Insecten und zum Theil den Anneliden von denen der höheren Thiere durchaus nicht ab. Dasselbe gilt von allen wirbellosen Thieren in Rücksicht der Muskelfäden. Selbst ihre charakteristische Anordnung in allen Organen ist übereinstimmend. Das hervortretendste Beispiel der Art ist, dass die netzförmig verflochtenen, mit Querstreifen versehenen Muskelfasern des Herzens bei dem Krebse eben so deutlich wahrzunehmen sind, als bei dem Menschen und den vier Wirbelthierclassen. Auf gleiche Weise habe ich auch in den Blutgefässen des Blutegels und des Krebses die abwechselnden Längen- und Querfaserschichten eben so erkannt, wie in den höheren Thieren. Die Pigmentdeposita, besonders die rothe und blaue Reihe derselben (violett, roth, orange, hellblau, dunkelblau, schwarz) haben im Centrum helle, durchsichtige Kerne u. dgl. Wo andererseits die Urtypen der Gewebebildung in den beiden Extremen der Thierwelt von einander abweichen, wie z. B. in der Organisation der Knorpel, des Knochen- und Schaalengerüstes u. dgl., liegt entweder eine modificirte Bedeutung des Organes und Organtheiles zum Grunde, oder es finden sich bei niederen Wirbelthieren deutliche Uebergänge. Oft liegt es in der Mangelhaftigkeit und Unvollständigkeit des zeitigen Schatzes von Beobachtungen, dass manches noch unerklärt ist. Bedenkt man aber, wie vieles durch emsiges Forschen auf diesem wichtigen Gebiete seine Erledigung schon gefunden, so dürfte

daran befindlichen Nervenästen zerdrückt, so sieht man deutlich, dass die heraustretende Masse zuerst die einzelnen Scheiden der Primitivfasern durchläuft und diese endlich leer zurücklässt. Ja sogar bei manchen, z. B. dem Krebse, schwellen in der Regel die einzelnen Primitivfasern, und daher auch die Zweige, durch die relativ zu grosse Quantität der hineingetriebenen fremden Masse sichtlich an. Oft befindet sich diese Anschwellung hier sowohl, als bei den Insecten nur auf einer Seite (Tab. IX. Fig. 86.), wahrscheinlich da, wohin der grösste Druck fällt. Doch tritt auch dieselbe Erscheinung sehr leicht bei mechanischen Zerrungen, z. B. durch das Anfassen und Ziehen mit der Pincette ein. In diesem letzteren Falle liegt der Grund des Phänomens in der Weichheit der Primitivfasern und der Zartheit ihrer Verbindungen.

Dass die Verzweigung der Nerven auch bei den Wirbellosen eben so vor sich gehe und auf gleiche Weise durch Trennung von früher enthaltenen Primitivfasern oder Primitivfaserbündeln erzeugt werde, kann man leicht wahrnehmen. Den ferneren Verlauf der Nerven dagegen konnte ich hier noch nicht beobachten.

Das Wichtigste ist jedoch die Organisation der sogenannten Ganglien des Bauchstranges und der Ganglien des Eingeweidenervensystemes. Auch hier zeigt es sich wiederum deutlich, wie die Natur ihren einmal gewählten Urtypen stets treu bleibt, und bei aller Mannigfaltigkeit des Aeusseren neben dem Gesetze der speciellsten Individualisirung doch nie das der Gleichheit vernachlässigt.

Wird irgend ein Ganglion des Bauchstranges des Blutegels unter dem Compressorium leise gepresst und bei hellem Tageslichte mit apla-

---

wohl mit Recht zu erwarten stehen, dass bei immer weiterem Vordringen die Zahl der unerklärten Formationen stets geringer werden dürfte. Manches liegt freilich seiner äussersten Kleinheit wegen selbst ausserhalb des Gebietes, welches durch die zeitigen Hilfsmittel doch schon so sehr erweitert worden.

natischen Ocularen betrachtet, so nimmt man bei einiger Uebung in feineren Untersuchungen bald wahr, dass seine Organisation von jener Indifferenz und Einfachheit, welche man bisher diesen Gebilden allgemein zugeschrieben hat, sehr weit entfernt ist. Man sieht zuvörderst, dass das Ganglion von einer dünnen und zarten, jedoch relativ festen Pigment führenden Membran umhüllt wird. Diese Membran, welche selbst ganz hell und durchsichtig ist und mit dem Bauchgefässe in naher Beziehung steht, enthält auf ihrer äusseren Oberfläche so dichte, gefässartige, mit Pigment mehr oder minder überzogene Ramificationen (Tab. VIII. Fig. 64.), dass hierdurch jede tiefere Einsicht in das Ganglion selbst verhüllt wird. Man muss sie daher bei der fortgesetzten Untersuchung zu entfernen suchen. Dieses kann aber nach Verschiedenheit der Umstände auf dreifach verschiedenem Wege geschehen.

1. Wenn man das Thier von der Rückenseite aus geöffnet hat, so dass man, um zu dem Ganglienstrange zu gelangen, den Darmcanal aufschlitzen muss, gelingt es nicht selten, dass die Pigmenthaut, welche ebenfalls an der unteren Darmwand haftet, leicht mit Hilfe der Pincette als eine gefässartige Scheide hinweg genommen wird. Dieser Weg ist noch der sicherste, um die Pigmentmembran ganz zu entfernen. Allein er glückt nur bei ganz frischen und zugleich sehr grossen und ausgebildeten Thieren.

2. Lässt man den präparirten Ganglienstrang 24 Stunden in Wasser liegen, so löst sich leicht die Pigmentmembran stellenweise ab, so dass dann wenigstens nicht selten die ganze Oberfläche des Ganglions frei zu Tage kommt. Endlich

3. streift sich in ganz frischen Ganglien, welche unter dem Compressorium behandelt werden, die pigmentartige Hülle oft theilweise so los, dass die darunter gelegenen Theile hierdurch leicht erkannt werden. Es versteht sich von selbst, dass man nur durch vielfache

Anwendung der drei genannten Wege der Untersuchung zu vollständigen Resultaten gelangen kann *).

Wenn es gelungen ist, die äussere Oberfläche des Ganglions heraus zu präpariren, so sieht man zuvörderst (besonders mit Hilfe von Aplanativen, welche bei diesen Beobachtungen überhaupt unentbehrlich sind) eine äussere faserige Hülle (Tab. VIII. Fig. 65.), deren Fasern (Tab. VIII. Fig. 66.) maschenförmig mit einander verbunden sind, so dass hierdurch eine entfernte Analogie mit den Fasern der *pia mater* entsteht. Dieses Fasernetz umgiebt das ganze Ganglion und hüllt es von allen Seiten unterhalb der Pigmentmembran ein.

Hat man das Ganglion so unter das Compressorium gebracht, dass die dem Rücken zugekehrte Oberfläche zuerst von dem Auge des Beobachters betrachtet wird, so sieht man, besonders bei Anwendung eines sehr schwachen Druckes, dass dieses sogenannte Ganglion nicht ein einfaches kugliges Gebilde ist, sondern gleich einem Gehirne im Kleinen, aus einer durchaus bestimmten Zahl von Lappen besteht. Die Furchen, welche die Grenzlinien zwischen den einzelnen Lappen bezeichnen, erscheinen als bestimmte dunkele Linien (Tab. VIII. Fig. 62.). Man unterscheidet dann 1) einen vorderen, 2) einen mittleren hinteren, 3) zwei seitliche vordere, und 4) zwei seitliche hintere, also im Ganzen sechs Lappen. Da diese Gebilde fast nur mit Hilfe von aplanatischen Ocularen vollständig beobachtet werden können, so erscheinen die dunkelen Grenzlinien geradelinig. Es frägt sich aber in der That, ob nicht wenigstens der hohe Grad von Rectili-

---

*) Dasselbe gilt nicht bloss von den Ganglien des Bauchstranges des Blutegels, sondern auch von dem des sympathischen Nerven vieler Amphibien, z. B. der Frösche, Eidechsen, Salamander u. dgl. Die Untersuchung dieser Knoten ist ebenfalls nur nach vielfacher Anwendung ähnlicher Hilfsmittel möglich. Doch ist bei diesen wegen ihrer grösseren Festigkeit schon nicht selten die Hilfe des Pinsels mit Glück in Anwendung zu bringen.

neität dieser Begrenzung durch die Beobachtung mit Aplanativen erzeugt wird, welche nur eine sehr kurze Höhe der Ebene des Objectes wiedergeben, wie wir dasselbe auch schon oben bei Gelegenheit des Hirnsandes der Zirbel und der *plexus choroidei* des Menschen wahrzunehmen Gelegenheit hatten.

Der vordere Lappen hat eine unregelmässig sechsseitige Gestalt und besteht aus einer breiten Basis, zwei kurzen, symmetrischen, divergirenden, zwei viel längeren convergirenden Schenkeln und einer kürzeren mittleren Verbindungslinie. Diese ist oft mit den beiden convergirenden Schenkeln zu einer bogenförmigen Linie verbunden. Der mittlere hintere Lappen hat einen mittleren, queren, vorderen Schenkel, zwei kürzere divergirende seitliche, zwei längere convergirende seitliche Schenkel und einen mittleren hinteren Schenkel. Dieser letztere sowohl, als der transversale vordere Schenkel des vorderen Lappens zeigen oft zwei seitlich mit einander verbundene symmetrische Hälften. Jeder der seitlichen vorderen Schenkel hat vier Seiten. Die eine bildet die Grenzlinie an dem seitlichen divergirenden Schenkel des mittleren, hinteren Lappens, die andere an dem divergirenden Schenkel des vorderen einfachen Lappens, die dritte an der vorderen Fläche des hinteren doppelten seitlichen Lappens und die vierte endlich an der äussersten Peripherie. Dieser ganze Lappen ist der kleinste von allen. Die seitlichen hinteren Lappen sind länglich-runde Gebilde. Ihre vordere transversale Wand grenzt jederseits an den vorderen seitlichen Lappen, ihre innere an den einfachen mittleren Lappen, während das Uebrige zum Theil die untere und äussere Peripherie des Ganglion's begrenzt. Auf der unteren der Bauchseite zugekehrten Fläche des Ganglion's zeigen sich zwei seitliche vordere, zwei seitliche hintere und ein unpaarer mittlerer Lappen, wie ich dieses Tab. VIII. Fig. 63. darzustellen versucht habe.

Von dieser Art der Lappenbildung weichen das sogenannte Hirn- und das sogenannte End- oder Schwanzganglion gänzlich ab. An beiden sieht man schon mit blossem Auge, dass kleinere, den übrigen Ganglien äusserlich nicht unähnliche Gebilde an ihr nach der Mitte des Körpers gerichtetes Ende angeheftet sind. Das Hirnganglion zeigt, nach der oben angegebenen Methode untersucht, ausser der vorderen scheinbar einfachen Brücke (Tab. VIII. Fig. 67.) zwei seitliche Hemisphären, von denen jede einen grösseren seitlichen, vier fast gleiche seitliche und einen etwas grösseren hinteren Lappen enthält. Das eng angefügte Gebilde zeigt einige Aehnlichkeit mit einem angehängten kleinen Gehirn und besteht aus zwei seitlichen Hemisphären, von denen jede sich in einen vorderen und einen hinteren Lappen zu theilen scheint. Das Schwanzganglion (Tab. VIII. Fig. 68.) zeigt eine schwer wahrnehmbare Grenzlinie zweier seitlichen Hälften, deutlicher dagegen eine vordere und eine hintere Abtheilung, und ausserdem netzförmig verbundene Linien, welche aber durch die bald zu erwähnenden darin enthaltenen Kugelmassen bedingt werden.

Dieser bisher ungeahnete zusammengesetzte Bau der einzelnen Theile des Ganglienstranges beschränkt sich aber nicht bloss auf die äussere Begrenzung der einzelnen Parthieen eines jeden Ganglion's, sondern zeigt sich auch in dem Inneren seiner Organisation. Hier finden sich nämlich grosse Kugeln, welche von verhältnissmässig sehr festen Hüllen eingeschlossen werden. Giebt es aber irgend eine Erscheinung in der Natur, welche den schwachen Sterblichen in tiefes Staunen vor der meisterhaften Regelmässigkeit der Natur in ihren kleinsten Formationen versetzt, so ist es diese. Unter einander sind die vielen in jedem Ganglion sich vorfindenden Kugeln von ungleicher Grösse, und doch ist diese, wie der Platz, den jede einnimmt, nichts Zufälliges, sondern in jedem Ganglion durchaus bestimmt. Was die

beiden Seitenhälften anlangt, so herrscht hier eine so bestimmte Symmetrie, dass sie nur das Auge wahrzunehmen, die menschliche Hand aber durch Zeichnung nie wiederzugeben vermag. Ausserdem ist die Anordnung der einzelnen Kugeln so genau mathematisch bestimmt, dass die Berührungspuncte der einzelnen Kreise auch nicht um die kleinste Differenz von den gleichen Bogenabschnitten differiren. An manchen Stellen lassen sich die durch ihre Stellung erzeugten Figuren ihrer äusseren Gestalt nach mit pyramidenförmig aufgeschichteten Kanonenkugeln vergleichen. Die am meisten auffallenden grösseren kugeligen Formationen sind folgende.

In dem mittleren unpaaren, hinteren Lappen zeigen sich (Tab. VIII. Fig. 62.) nach vorn zwei grosse Kugeln (die grössten des ganzen Ganglion's), welche in der Mitte durch eine brückenartige tiefliegende Commissur mit einander verbunden sind, oben dagegen eine freie kuglige Oberfläche haben. Eben so enthält jeder der beiden seitlichen vorderen Lappen eine grosse nach aussen und hinten gelegene Kugel. Auf gleiche Weise zeigt der unpaare vordere Lappen in jedem seiner vier Winkel eine grössere Kugel, von denen die beiden hinteren grösser sind als die vorderen.

Schon in den im unverletzten Ganglion enthaltenen Kugeln sieht man, dass jede derselben ohne Ausnahme und ohne Unterschied einen runden hellen Kern enthält. Macht man nun feine Querschnitte durch das Ganglion und untersucht diese unter dem Compressorium, oder zerreisst man den Knoten mit zwei spitzen Nadeln, so gelingt es nicht selten, die Kugeln unversehrt zu isoliren. Man sieht dann (Tab. VIII. Fig. 70.), dass jede Kugel, welche eine sehr schwach grauröthliche, flüssigere Masse enthält, in der Mitte einen hellen und durchsichtigen bläschenartigen Kern besitzt. In diesem Kerne liegt an einer Stelle, dicht an der Oberfläche, ein röthliches grösseres und bis-

weilen mehrere kleinere Körperchen *). Die äussere Hülle ist relativ sehr fest und lässt bisweilen sehr feine Zellgewebsfasern deutlich erkennen.

Dieses sind die allgemeineren Grundlinien der Organisation des Ganglienstranges des Blutegels, die eben so auch bei den Insecten, Crustaceen und Mollusken wiederkehrt. Nun hat aber jedes Thier und jedes seiner Ganglien, besonders in Ansehung der Zahl, der Grösse und der Begrenzungslinien seiner Lappen, so wie der Grösse, der Anordnung, der Stärke und der feineren Färbung seiner Kugeln seine durchaus charakteristischen und uneigenthümlichen Verschiedenheiten. Welch' ein unendliches Feld für künftige Forschungen! Möge mir selbst die Freude vergönnt seyn, den ersten Grundstein zu einem vollendeteren, bisher ganz mangelnden Gebäude der Erkenntniss gelegt zu haben.

Um mich nicht auf diesem ungeheuren Felde in die zu weitläufige Darstellung der zahlreichen oder vielmehr fast zahllosen Specialitäten zu verirren, will ich nur einige besondere Eigenthümlichkeiten anderer wirbelloser Thiere hier besonders hervorheben. Bei den Insecten existirt ohne Zweifel eine eben so zusammengesetzte Lappenbildung der einzelnen Ganglien des Bauchstranges. Die discrete Wahrnehmung ihrer Grenzlinien wird nur dadurch unendlich erschwert, dass zwischen und auf ihnen dickere Tracheenäste verlaufen. Bei dem Krebse sind in jedem einzelnen Ganglion leicht zwei seitliche Hemisphären wahrzunehmen, welche nach aussen von einem helleren Rande umgeben werden (Tab. IX. Fig. 72.). Das vordere Hirngan-

*) Das äussere Ansehen dieser ganzen Gebilde gleicht hier wiederum so sehr einem Eie mit dem Keimbläschen und dem darin enthaltenen Keimflecke, besonders der Insecten, dass jeder, der nicht weiss, aus welchem Theile das Object entnommen worden, es eher für ein unbefruchtetes Ei, als für einen Theil des Nervensystemes eines Thieres halten dürfte.

glion besteht aus zwei vorderen symmetrischen Lappen, aus denen die nach vorn verlaufenden Nerven entspringen, aus zwei seitlichen vorderen kugeligen Lappen, aus zwei seitlichen hinteren kugeligen Lappen und zwei hintersten von schmaler mehr bandartiger, breiter Gestalt. In der Mitte befindet sich eine eigenthümliche verbindende Hirnmasse. Das hintere Hirnganglion hat eine durchaus gleiche Anzahl von Lappen; nur sind diese mehr nach der Mittellinie gerückt und das Ganze erhält daher schon deshalb eine mehr ovale Gestalt. Alle einzelnen Lappen sind, um mich dieses Ausdruckes zu bedienen, in ihrer Form gedrungener und concentrirter. Die beiden vorderen haben eine kugelig-pyramidale, die beiden darauf folgenden Lappen jederseits eine kugelig-quadratische Form. Die beiden hintersten endlich bilden zwei grosse neben einander liegende Kugeln. Das Schwanzganglion (Tab. IX. Fig. 74.) besteht aus zwei hinter einander folgenden doppelten Hemisphären, von denen die der einen Seite der der anderen genau symmetrisch ist. Das Ganze wird von einer dichten, wahrscheinlich doppelten Hülle eingeschlossen.

Auch hier findet sich im Innern die merkwürdige Kugelorganisation mit ihren *nucleis* in der Mitte. Eben so bestimmt sind auch die einzelnen Primitivfasern der Nerven von einander geschieden.

Es bleibt uns nur noch übrig, das Verhältniss der Primitivfasern der Nerven zu den Ganglien des Bauchstranges zu ermitteln. Wir haben schon oben erwähnt, dass der Verbindungsfaden zwischen je zwei Ganglien des Bauchstranges immer doppelt ist. Jeder dieser Stränge besteht aus einer Menge genau neben einander liegender, zarter Primitivfasern, welche nirgends eine Spur von Plexusbildung in ihrem Verlaufe innerhalb des Nerven zeigen. Untersucht man nun das Ganglion von seiner unteren, der Bauchfläche zugekehrten Seite, so sieht man, dass die Primitivfasern des Verbindungsstranges ungehindert fortlaufen, ohne sich gänzlich oder zum Theil in das Ganglion zu ver-

zweigen. Dieses sitzt vielmehr nur auf ihnen auf. Dagegen treten die scheinbar seitlich aus dem Ganglion entspringenden zwei bis drei Nervenzweige in das Ganglion selbst ein. Sie verlaufen nämlich zuerst in gesonderten Bündeln fast bis zur Mitte des Knotens, verbreitern sich dann allmälig immer mehr und strahlen zuletzt in die Hemisphären aus (Tab. VIII. Fig. 69.). Ob sie aber hier selbstständig endigen oder nun in den Verbindungszweig sich einzeln einpflanzen, wage ich noch nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden. Nach vielfachen Untersuchungen ist mir das Erstere wahrscheinlich.

Der sogenannte Verbindungsstrang ist dagegen ein continuirlicher durch die Länge des Bauchstranges sich erstreckender und in dem Hirne entspringender Doppelnerve, dessen Primitivfasern sich zu dem vordersten Hirnganglion so verhalten, wie Primitivfasern des Nerven der Wirbelthiere zu deren centralem Nervensysteme.

Was die Ganglien des Eingeweidenervensystemes der Wirbelthiere betrifft, so unterscheiden sie sich in Rücksicht auf ihre Organisation in nichts von den gleichen Gebilden der Wirbelthiere. Ich habe sie der Deutlichkeit wegen aus dem Krebse (Tab. IX. Fig. 76. 77.) und der Schabe (Tab. IX. Fig. 84. 85.) gezeichnet. Auch hier finden sich die Kugelmassen mit relativ sehr festen cystenartigen Scheiden und sehr hellen Kernen (Tab. IX. Fig. 78.). Die plexusbildenden Primitivfasern umfassen dieselben zum Theil in grösseren Gruppen, zum Theil umspinnen sie sie einzeln. Bei dem Krebse habe ich noch zwei wichtige Eigenthümlichkeiten derselben erkannt, welche einer speciellen Erwähnung verdienen.

1. Die Kugelmassen haben ausser ihrer grauen runden Begrenzung noch einen kleinen spitz zulaufenden schwanzförmigen Anhang (Tab. IX. Fig. 79. 82.), welcher auf den ersten frei zu endigen scheint. Den Uebergang desselben in eine einzelne Primitivfaser aber konnte ich nie wahrnehmen. Ueber sein Verhältniss zu den Blutgefässen

und seine Bedeutung überhaupt wird am Schlusse dieser Abhandlung das Nähere auseinander gesetzt werden.

2. Wir haben es schon an den Ganglien der Wirbelthiere mehrfach beobachtet, dass die Ganglien selbst auf dem fortlaufenden Nerven aufsitzen. Nun entspringt das Eingeweidenervensystem des Krebses aus einer eigenen gangliösen Anschwellung eines Astes, welcher auf jeder Seite mit dem Faden des Schlundringes eine analoge Richtung hat. Dieser Knoten, welcher im Uebrigen, wie die anderen Ganglien, organisirt ist, sitzt nur (Tab. IX. Fig. 76.) auf diesem Nervenzweige, wie ein kleiner Hügel auf. Die Primitivfasern, welche die sehr zahlreichen, in ihm enthaltenen Kugelmassen umspinnen, entspringen aus dem Verbindungsfaden selbst und gehen zu Aesten der Eingeweidenerven mit einander ein. Hierdurch wird nun die Gleichheit des Baues der vegetativen Nervenformation bei Wirbellosen und Wirbelthieren unumstösslich dargethan.

Vergleichung

der feineren Organisation des Nervensystemes der Wirbellosen und der Wirbelthiere.

Obwohl die Elementartheile des Nervensystemes der wirbellosen Thiere so überaus klein und zart sind, dass sie meistens an der äussersten Grenze unseres noch so sehr verstärkten Sehvermögens stehen und daher in ihren speciellsten Verhältnissen nicht so vollständig erforscht werden können, als wir dieses bei den Wirbelthieren zu unternehmen versucht haben, so glückte es uns doch schon, wenigstens so weit auf diesem schwierigen Felde der Beobachtung vorzuschreiten, dass wir die Urtypen der Gleichheit und der Verschiedenheit in den beiden grossen Abtheilungen des Thierreiches zu erkennen vermochten. Wir wollen daher beide Verhältnisse theils nach den schon dargestellten, theils nach einigen noch mitzutheilenden Erfahrungen ausführlicher

betrachten. Wenn wir in dem unmittelbar Vorhergehenden nur die gewöhnlichen älteren Ausdrücke gebrauchten, so wird uns unsere bei den Wirbelthieren neu vorgeschlagene Terminologie nun wiederum zu statten kommen.

1. Die Nerven der wirbellosen Thiere bestehen, wie die der Wirbelthiere, aus einer grösseren oder geringeren Menge von Primitivfasern, deren Höhlungen sich nie in einander öffnen oder in einander übergehen. Sie bestehen aus einem hellen durchsichtigen, mehr flüssigen, jedoch etwas zähen Inhalt und aus den trotz ihrer Zartheit relativ sehr festen, durchsichtigen zellgewebigen Scheiden. Die Primitivfasern bilden ganz so, wie in den Wirbelthieren, Nerven und Plexus. Auch die Art, wie die Nervenverzweigung zu Stande kommt, ist genau dieselbe, wie bei diesen.

Jeder Nerve der Crustaceen, Insecten, Annulaten und Mollusken kann uns leicht von dem eben ausgesprochenen Verhältnisse überzeugen. Die Plexus sind seltener zu beobachten. Am leichtesten findet man sie an dem Eingeweidenervensysteme des Krebses, besonders in der Nähe des Magens. Ich habe einen solchen auf Tab. IX. Fig. 75. dargestellt, um zu zeigen, dass das Verhältniss der einzelnen Aeste und der in ihnen eingeschlossenen Primitivfasern genau dasselbe ist, wie in den Wirbelthieren.

Was den Inhalt der Nerven betrifft, so ist dieser hell, farblos, durchsichtig, wie in den Wirbelthieren; doch offenbar immer flüssiger als bei diesen, obgleich ihm auch hier ein geringer Grad von Zähigkeit nie mangelt. Wird er mit Hilfe des Compressorium's herausgedrückt, so zeigt er in sich äusserst kleine feine Körnchen, welche aber fremdartiger Natur zu seyn scheinen.

An den von ihren Scheiden entleerten Primitivfasern sind unter günstigen Verhältnissen bei sehr starker Vergrösserung selbst die einzelnen Primitivfasern wahrzunehmen.

Der Analogie gemäss sind wohl auch hier Endplexus und letzte Umbiegungsschlingen der Primitivfasern bestimmt zu erwarten. Allein bei der unglaublichen Feinheit und Zartheit dieser Dinge ist mir bis jetzt die Wahrnehmung derselben in der Natur noch nicht geglückt.

2. Die Kugeln der Belegungsmasse zeigen auch bei den Wirbellosen dieselben Bestandtheile, wie bei den Wirbelthieren, nämlich eine zellgewebige Scheide, eine Parenchymmasse, einen hellen bläschenartigen Kern und ein auf der Oberfläche befindliches Körperchen. Auch hier findet sich peripherische und centrale Belegungsformation. Die reine Belegungsformation erleidet gewisse mit der Natur des Ganzen verbundene Modificationen.

Immer sind hier die Scheiden der Kugeln der Belegungsmasse sehr dick und stark, ja relativ in noch höherem Grade, als dieses in den peripherischen interstitiellen Belegungsmassen der Wirbelthiere der Fall ist. Ihre gegenseitige Einwirkung ist also hier von der Natur absichtlich durch diese grössere Isolation mehr gehemmt, — ein Umstand, welcher auf die hier sich findende niedere Stufe des Bewusstseyns, die mehr vegetative Richtung aller Thätigkeiten, die auffallenden Erscheinungen der Reproduction, das selbstständige Fortleben isolirter Körperhälften *) u. dgl. eine überraschende Anwendung erlaubt. Die Zellgewebefäden der Scheide sind bei diesen noch öfter wahrzunehmen, als in der Hülle der Primitivfasern.

Das Parenchym der Kugeln der Belegungsmasse ist hier immer heller und flüssiger als in den höheren Wirbelthieren. Allein wir haben oben gesehen, dass schon bei den Fischen (vorzüglich in den

*) Mit Unrecht ist dieses in neuester Zeit von den Annulaten geläugnet worden. Ich habe Hälften von Blutegeln wochenlang fortleben und dann noch sich mit ihrer einen Saugscheibe festsetzen gesehen.

Kugeln an peripherischen interstitiellen Belegungsformationen, etwas weniger dagegen in den centralen) das durchsichtige Blastem der Parenchymmasse flüssiger wird und über die Körperchen vorherrscht. Hier hat also die Natur einen offenbaren, vorbereitenden Uebergang dargestellt. Selbst unter den einzelnen wirbellosen Thieren existiren in dieser Beziehung die mannigfachsten Gradationen, wie man durch Vergleichungen der von uns hierüber auf Tab. VIII. u. IX. gelieferten Figuren ersehen kann. Der keimbläschenartige Kern besteht auch hier aus einer äusseren Membran und einer eingeschlossenen hellen lymphatischen Flüssigkeit. Das auf seiner Oberfläche befindliche Körperchen gleicht ebenfalls dem Keimflecke. Ja, in den Kugeln des Blutegels ist die äussere Aehnlichkeit mit einem unbefruchteten Eie grösser, als in irgend einem der von mir bis jetzt untersuchten Wirbelthiere. Bei dem Krebse wird das dem Keimflecke entsprechende Körperchen noch von einem hellen Ringe in einiger Entfernung umgeben.

Die äussere Form der Kugeln der Belegungsmasse ist hier ebenfalls nicht immer rund, sondern oft sehen wir auch hier an der einen Seite (Tab. IX. Fig. 73.) einen schwanzartigen Fortsatz, der Parenchym und Scheide zugleich betrifft, oder nach beiden Seiten einen solchen ausgehen, der dann allein die Scheide angeht (Tab. IX. Fig. 81.); mit einem Worte, ganz so, wie ich es oben an den Wirbelthieren ausführlich dargestellt habe.

In dem Blutegel und besonders leicht in dem Krebse lassen sich die Blutgefässe des Nervensystemes verfolgen. Wie bei den Wirbelthieren bilden sie zwischen einer grösseren oder geringeren Sammlung von Primitivfasern der Länge nach verlaufende Hauptstämme und umspinnen die Scheiden der Kugeln der Belegungsmasse. Wo in der peripherischen interstitiellen Belegungsformation des Krebses die Scheide einer Kugel nach beiden Seiten hin zwischen den Primitiv-

fasern sich verlängert, sieht man auch, dass diese Verlängerung entweder auf oder in sich einen Blutgefässstamm enthält, der wahrscheinlich auf der Scheide der Kugel selbst in ein feinstes Capillarnetz übergeht. Die Blutgefässe haben hier verhältnissmässig einen weit grösseren Durchmesser, als die Nerven, — ein Beweis, wie sehr hier noch das niedere concret allgemeine System über das andere ihm coordinirte System vorherrscht.

Die peripherische interstitielle Belegungsformation zeigt sich bei den Wirbellosen ganz so, ja noch weit deutlicher und einfacher als bei den Wirbelthieren. Hier findet sich nicht selten eine einzelne Kugel zwischen den fortlaufenden Primitivfasern (Tab. IX. Fig. 81.), so dass hierdurch eine kaum sichtbare Anschwellung des Nerven entsteht. Oft liegen mehrere discrete Kugeln zwischen den einzelnen Primitivfasern in einem kleinen Raume zerstreut, so dass hierdurch eine geringe schon mit freiem Auge sichtbare Anschwellung entsteht (Tab. IX. Fig. 80.). Von der Existenz dieser beiden Formen kann man sich leicht an den feineren Zweigen des Eingeweidenervensystemes des Blutegels überzeugen. Endlich erscheinen hier zusammengesetztere peripherische interstitielle Belegungsformationen, welche in Rücksicht auf ihre Bestandtheile sich in nichts von denen der Wirbelthiere unterscheiden (Tab. IX. Fig. 76. 77. 78. 80. 81. 84. 85.).

Die in die Ganglien des Bauchstranges seitlich eintretenden Primitivfasern verlaufen zwischen den Kugeln der centralen Belegungsmasse und umspinnen dieselben. Auch hier finden wir also eine centrale interstitielle Belegungsformation. Dieses sieht man deutlich, wenn man die nach der Bauchfläche hingekehrte Seite des Ganglion's bei hellem Lichte mit aplanatischen Ocularen untersucht. Wird aber dasselbe mit der entgegengesetzten, der Rückenfläche zugekehrten Seite vorgenommen, so sieht man die mit sehr dichten Scheiden versehenen

Kugeln der Belegungsmasse neben einander, ohne dass sie Primitivfasern zwischen sich enthielten.

Der Urtypus des Nervensystemes, den wir bei den Wirbelthieren dargestellt haben, findet sich also auch bei den Wirbellosen bis in die kleinsten Einzelheiten durchgeführt. Nur werden hier durch die überall stärkeren zellgewebigen Scheiden die gegenseitigen Einwirkungen der beiden Urmassen auf einander und deren untergeordnete Elementartheile unter einander bedeutend geschwächt.

Es ist keinem Zweifel unterworfen, dass das vorderste Hirnganglion dem Hirne der Wirbelthiere gewissermaassen entspricht. Denn es enthält reine Belegungsformationen mit zarteren oder eben so starken Scheiden, als sich in der interstitiellen Belegungsformation vorfinden. Aus ihm entspringt auch der grösste Theil der peripherischen Primitivfasern, welche hier ebenfalls nach ihrem Eintritte in das Hirn die Kugeln der interstitiellen Belegungsformation umfassen und umspinnen. Die Bedeutung des Ganglienstranges wird sich aber auch bald ergeben. Wir haben bemerkt, dass die Primitivfasern des Verbindungsstranges grösstentheils in einem Zuge verlaufen und sich continuirlich vom Hirn- bis zum Schwanzganglion und selbst durch dieses hindurch bis zu den peripherischen Nerven fortsetzen. Auf ihm sitzen in gewissen Distanzen die Ganglien, in welche die (motorischen und sensiblen) Primitivfasern der Nerven eintreten, um die Kugeln der interstitiellen Belegungsmasse zu umspinnen und sich vielleicht, was jedoch nicht ganz evident ist, in den Verbindungsstrang zu erstrecken. Hier haben wir jedenfalls ein deutliches Analogon des Rükkenmarkes der Wirbelthiere. Denn auch hier strahlen die Primitivfasern der Nervenwurzeln ein und verlaufen erst zwischen den Kugeln der Belegungsmasse, um sich zuletzt in longitudineller Richtung nach dem Hirne fortzusetzen. Nur wäre dem ganzen Charakter der Stellung des Nervensystemes der Wirbellosen gemäss die Lage umgekehrt

gegen die der Wirbelthiere. Denn hier liegt die interstitielle und die reine Belegungsformation nach innen und unter den längslaufenden Primitivfasern. Dort dagegen nach aussen und über den längslaufenden Fasern. Da jedoch meine Beobachtungen eher dafür zu sprechen scheinen, dass die seitlich eintretenden Primitivfasern auch in dem Ganglion endigen, so dürften sie in dieser Rücksicht eher kleinen zerstreuten Gehirnen zu vergleichen seyn. Hierfür spricht auch die componirte Lappenbildung eines jeden einzelnen. Dem sey nun aber, wie ihm wolle (was am Ende für die allgemeine Betrachtung von untergeordnetem Werthe zu seyn scheint, da diese speciellen Verhältnisse sogar nach den einzelnen Thierclassen wesentlich verschieden sich gestalten können), so ist ohne Zweifel so viel gewiss, dass seinen Urmassen nach der Ganglienstrang der Wirbellosen dem centralen Nervensysteme der Wirbelthiere und nicht dem *N. sympathicus* derselben entspricht. Allein die Scheiden der Elementartheile (sowohl der Kugeln der Belegungsmassen, als der Primitivfasern) sind von solcher Stärke und Festigkeit, wie sie kein Centralnervensystem eines Wirbelthieres besitzt. Daher hat auch der Verbindungsstrang schon die Form eines peripherischen Nerven und gleicht insofern dem *N. sympathicus* der Wirbelthiere. Wir schliessen also mit dem unbezweifelbaren Satze:

> **dass in Ansehung der Constitution der Urmassen, der Conformation der einzelnen Organtheile und der Verhältnisse der allgemeinen Hüllen der Ganglienstrang dem centralen Nervensysteme entspricht. Dagegen haben die isolirenden Hüllen der Elementartheile eine solche Stärke, wie sie nur in dem *N. sympathicus* und nicht in dem centralen Nervensysteme der Wirbelthiere vorkommt.**

Die Frage, ob die Eingeweidenerven dem *N. sympathicus* oder dem *N. vagus* entsprechen, wird aber dahin entschieden, dass die

Eingeweidenerven zwar einen verhältnissmässig fast eben so grossen Reichthum an interstitiellen Belegungsformationen haben, als der *N. sympathicus* der Wirbelthiere. Allein es fehlt ihnen das wesentlichste Merkmal dieses Letzteren, dass sein Faden durch die einzelnen Zweige eines Theiles der Hirn- und aller Rückenmarksnerven (hier aller aus den Ganglien des Bauchstranges seitlich abgehender Primitivfasern) zusammengesetzt werde. Vielmehr kommen alle Primitivfasern des Eingeweidenervensystemes der Wirbellosen entweder aus dem vorderen oder hinteren Hirnganglion selbst, oder sie treten ursprünglich von dem zwischen beiden liegenden Verbindungsstrange ab. Will man also parallelisiren, so muss man die Eingeweidenervenformation eher der des *vagus* gleichstellen, insofern bei beiden von dem Centralnervensysteme unmittelbar abgehende Zweige, die sich nicht erst wieder zu einem Längsnerven vereinen, an bestimmten discreten Stellen den grössten Theil der peripherischen interstitiellen Belegungsformation aufnehmen. Dafür spricht auch schon der bekannte Satz, dass, je tiefer wir in der Reihe der Wirbelthiere hinabsteigen, der *vagus* um so mehr den *sympathicus* ersetzt, d. h. dass um so mehr Primitivfasern von diesem Hirnnerven, als von jenem Strange kommen, der erst durch Zweige von einzelnen Hirn- und allen Rückenmarksnerven zusammengesetzt wird.

Dieser Versuch, mit möglichster Genauigkeit alle Specialitäten zur Vergleichung zu benutzen, zeigt wiederum, wie jede Analogie um so mehr sinkt, je mehr sie in's Einzelne eingeht. Denn hier tritt immer deutlicher das Charakteristische des Individuellen hervor und verdrängt das mehr Uebereinstimmende des Allgemeinen.

So hätte ich es nun versucht, die allgemeinen Gestaltungsverhältnisse des Nervensystemes in ihren Grundzügen kürzlich zu schildern.

Wenn auch Vieles, sehr Vieles künftigen Bemühungen noch überlassen bleibt, so glaube ich doch wenigstens mir die Hoffnung machen zu dürfen, dass ich die fundamentalen Gestaltungsverhältnisse nicht ohne alles Glück zu erforschen gesucht habe. Bei der Wiederholung meiner Beobachtungen halte man sich nur streng an die immer genau verzeichnete Methode, weil sonst augenblicklich andere Resultate und nicht ganz begründete Urtheile zum Vorschein kommen könnten. Was mich betrifft, so habe ich in dem Vorhergehenden nichts beschrieben, was ich nicht selbst genau und mehrfach gesehen. In den äusserst seltenen Fällen, wo dieses nicht statt fand, habe ich es ausdrücklich angemerkt. Von Vielem habe ich auch theilnehmende Freunde durch Autopsie zu überzeugen Gelegenheit gehabt. Eben so habe ich in den beigefügten Zeichnungen, aus deren bald folgenden, ausführlicheren Erläuterung noch manches erhellen dürfte, die Natur selbst, so sehr es in meinen schwachen Kräften stand, wiederzugeben gesucht. Wo und inwiefern mir dieses nicht ganz möglich war, habe ich es speciell ausgesprochen.

Abgesehen aber von dem Einflusse, den die vorhergehenden Beobachtungen auf die Lehre der Nervenphysik von selbst haben müssen, werden sie auch leicht zu neuen fruchttragenden Experimenten führen können. Und so dürften von dieser Seite auch manche wesentlichen Puncte der bestehenden Placita unserer doctrinären Nervenphysik sich umändern. Denn „jede Theorie ist,“ wie Berzelius (Lehrbuch der Chemie. 3te Aufl. V. S.26) treffend bemerkt: „nichts „Anderes, als eine Art, sich das Innere der Erscheinungen vorzustel-„len. Sie ist zulässig und ausreichend, so lange sie die bekannten „Thatsachen erklären kann. Sie kann indessen unrichtig seyn, ob-„gleich sie in einer gewissen Periode der Entwickelung der Wissen-„schaft derselben eben so gut, wie eine wahre Theorie dient. Die An-„zahl der Erfahrungen vermehrt sich; man entdeckt neue Thatsachen,

„die sich nicht mehr mit der Theorie vereinigen lassen; man ist genö-„thigt, eine andere, auf diese neuen Thatsachen passende Erklärung „zu suchen, und so wird man wahrscheinlich von Jahrhundert zu „Jahrhundert die Vorstellungsarten von den Erscheinungen in den „Wissenschaften verändern, ohne vielleicht je die wahre zu treffen. „Aber selbst, wenn es unmöglich wäre, dieses Ziel unserer Arbeiten „zu erreichen, müssen wir uns nicht weniger anstrengen, uns ihm „zu nähern.“

Erklärung der Kupfertafeln.

Tab. II—VII.

Mensch und Wirbelthiere.

Tab. II.

Fig. 1. Willkührliche, colossale Vergrösserung der in den willkührlichen Muskeln der Wirbelthiere vorkommenden letzten Enden der Nerven. Die Zeichnung ist genau nach einem Präparate aus den Augenmuskeln des Zeisigs entnommen. Nur sind die Umbiegungsschlingen der einfachen Primitivfasern, um nicht unnöthigen Platz zu vergeuden, in engerem Raume gezeichnet, als es die verhältnissmässige Grösse der Muskeln erfodern würde. Dass der eine Hauptstamm des Nerven eine der Richtung der Muskelfasern parallele Richtung hat, ist durchaus zufällig. An den Nerven selbst sind zwar Hülle und Contentum, so wie die besonders bei künstlicher Behandlung hervortretenden Ungleichheiten des Durchmessers angedeutet; um jedoch dem Gesammteindrucke des Ganzen nicht zu schaden, habe ich weniger den Charakter der einzelnen Nervenfasern und Nervenstämmchen, als den Verlauf und die Verschlingung derselben mit möglichster Treue wiederzugeben gesucht.

A. Die mit ihrer quergestreiften Hülle versehenen Muskelfasern.

B′. Ein mit blossem Auge schon kennbares Nervenstämmchen, das dickste aller auf dieser Zeichnung dargestellten. *B″.* Ein anderes, einem ganz anderen Zweige angehörendes Stämmchen, welches bei seiner Verlängerung

B′ kreuzt und über ihm hinwegverlaufend sich in einen ganz anderen Zweig inserirt. *B‴* ein feiner mikroskopischer Ast, der nur aus zwei neben einander liegenden Primitivfasern besteht. *B⁗* das Mutterstämmchen der Aeste *B‴* und *E*, welches letztere nur aus drei Primitivfasern besteht. *C′*. Aus zwei Primitivfasern bestehende fortlaufende Aestchen. *C″* und *C‴*. Aus einer einfachen Primitivfaser bestehende fortlaufende Aestchen. *D*. Aus einer einfachen Primitivfaser bestehende fortlaufende Aestchen, die unmittelbar von einem dickeren Nervenstämmchen abgehen. Zwei von ihnen legen sich bei *α* zur einfachsten Plexusform an einander. *E*. Schlingenartige Umbiegung einer einfachsten Primitivfaser, deren eines Ende unmittelbar einem Aste des dickeren Nerven *B′*, das andere dem dünneren Nerven *B⁗* angehört. *F*. Seltener vorkommende Art von Umbeugung eines aus einer einfachen Primitivfaser bestehenden Nerven, deren beide Enden zwar verschiedenen Zweigen, doch eines und desselben Nervenstammes angehören. *G*. Seltenste (bis jetzt nur zweimal wahrgenommene) Form der Umbeugung einer einfachen Primitivfaser, deren beide Enden einem und demselben Zweige angehören. Bei *β* ist ein sogenannter Scheinplexus dargestellt, wo die Zweige nicht eine längere oder kürzere Strecke an einander anliegen, sondern zwar in gleicher Richtung, doch in ganz verschiedenen Höhen und von einander getrennt verlaufen.

Tab. III.

Fig. 2. Eine andere Form scheinbarer Plexus, welche bei dem Mangel aplanatischer Oculare leicht zu Täuschungen Anlass giebt. Der dickere Hauptstamm *A* spaltet sich zunächst in die kurzen und noch componirten Zweige *B* und *B′*. *B′* theilt sich in den in der Direction des Hauptstammes fortlaufenden dickeren Ast *D* und den seitlich ausweichenden etwas dünneren Ast *E*, der Stamm *B* dagegen in den aus einer einfachen Primitivfaser bestehenden fortlaufenden Ast *C* und den aus zwei Primitivfasern bestehenden Ast *C′*, welcher umbiegt, unter dem Aste *E* und über dem Aste *D* fortläuft, ohne an dieser Durchgangsstelle zu endigen. Das Präparat ist aus der innersten Schicht der *intercostales interni* von *Cavia cobaya* entnommen. An den Nerven ist auch ihr Verlauf einzig und allein dargestellt.

Fig. 3. Die letzten Enden der Nerven an der inneren Oberfläche der Haut des Rückens von *Rana esculenta*. *A*. Fortlaufende Nervenfasern. *B*. Umbiegung einer einfachen Primitivfaser, deren beide Enden in ihrer Richtung einander kreuzen, doch in verschiedenen Höhen sich befinden. Dieser Fall gehört zu den seltener vorkommenden. *B''*. Ein- und zugleich umbiegende Primitivfaser, deren Enden zu ganz verschiedenen Nerven verlaufen.

Fig. 4. Die letzten Enden der Nerven aus der Nasenschleimhaut des Hundes, wie ich sie einmal wahrgenommen zu haben glaube.

A. Einbiegende, aber fortlaufende Primitivfasern. *B'* und *B''*. Umbiegungen einfacher Primitivfasern.

Fig. 5. Letzte Enden der Nerven, wie ich sie einmal in dem sogenannten *ligamentum ciliare* der Ente wahrzunehmen Gelegenheit hatte.

A. Nervenstämmchen. *B'*. *B''*. *B'''*. *B''''*. Umbeugungen einfacher Primitivfasern.

Fig. 6. Die Endigung der Aeste des Hörnerven in der Flasche (*lagena*) des Ohres des Spechtes.

a. Substanz der Flasche. *A'*, *A''*, *A'''*, A^{IV} u. A^{V}. Untergeordnete Zweige des Hörnerven. *B'*, *B''*, *B'''* und B^{IV}. Seitenzweige dieser Nerven, welche die hier stattfindende grössere Plexusbildung vermitteln. *C*. Umbeugung einer einfachen Primitivfaser. *D*. Scheinbare Umbeugung eines aus zwei Primitivfasern bestehenden Aestchens. *E'*, *E''*, *E'''*, E^{IV}. Aus einer einfachen Primitivfaser bestehende Aestchen, welche an anderen Stellen der Flasche Umbeugungen bilden.

Fig. 7. Darstellung des äusseren Ansehens der Primitivfasern, wenn durch mechanische Verletzung, besonders durch zu stark angewendeten Druck vermittelst des Compressorium's, ihr Inhalt in einzelne discrete Körperchen zerfallen ist. Die Ueberreste der zelligen Scheide sind, wie sie auch in der Natur erscheinen, durch einfache, zarte Linien angedeutet.

A. Das Nervenstämmchen. *B'*, *B''*, *B'''*. Fortlaufende, aus einer einfachen Primitivfaser bestehende Aestchen. *C*. Umbeugende einfache Primitivfaser. Dieser Fall würde zu den seltensten gehören (s. die Erklärung von

Tab. II. Fig. 1.), wenn nicht der halb zerstörte Zustand der Primitivfasern jeder Sicherheit des Urtheiles Eintrag thäte.

Dieses und das folgende Präparat sind aus dem Zwerchfelle von *Cavia cobaya* entnommen.

Fig. 8. Durch zu starken Druck halb zerstörte und von einander gedrängte Primitivfasern. *A.* Das Nervenstämmchen. *B'* u. *B''.* Umbiegende, *C.* fortlaufendes Aestchen.

Fig. 9. Einzelne Zellgewebsfäden aus der allgemeinen Nervenscheide des *ramus secundus N. trigemini* der Gans.

Fig 10. Verschiedene Zustände der Primitivfasern der Nerven, wie sie erscheinen, wenn ein grösserer Nerve mechanisch in seine einzelnen Primitivfasern zerlegt wird. Durch diese Behandlung aber erleidet er immer wesentliche Veränderungen.

a. Einfache Primitivfaser mit einander parallel laufenden Wandungen, deren leichte Biegungen grösstentheils oder gänzlich durch die Elasticität und die ungleiche Stärke der Scheide bedingt wird. *b'.* Variköse Anschwellung der einen Seite der Primitivfaser, wie sie sich nicht selten vorfindet. *b''.* Variköse Anschwellungen beider Seiten auf gleichmässige Weise. *c.* Aussehen der Primitivfaser bei weniger vorsichtiger Trennung oder zu grosser Isolation der Scheide. Es scheint dann, als bestehe die Primitivfaser aus einzelnen getrennten und abgesetzten Gliedern. An den Puncten, wo die Faser scheinbar unterbrochen ist, ist die Scheide entweder eingebogen oder auf eine einfache, doch relativ feste Membran reducirt.

Fig. 11. Normale Primitivfaser. *a.* Scheide. *b.* Inhalt.

Fig. 12. Primitivfaser mit geronnenem Inhalte.

Fig. 13. Einzelne, freie Körperchen des durch und durch veränderten und geronnenen Inhaltes der Primitivfasern der Nerven.

Fig. 14. Ausgepresster Inhalt der Primitivfasern, welcher entweder früher schon durch Maceration oder in dem Acte der Beobachtung durch die Einwirkung des Wassers diese Veränderung erlitten hat. In der Zeichnung konnte ich nur die Formbegrenzung, nicht jedoch den eigentlich charakteristischen Farbenton wiedergeben.

Fig. 15. Ein ebenfalls veränderter Zustand des Inhaltes der Nervenfaser, der jedoch weniger wesentlich das Ganze metamorphosirt hat. Die breiteren, dunkelen Ränder sind offenbar künstliche Producte und zwar die ersten Stadien beginnender Gerinnung dieses Contentum's.

Fig. 16. Reiner und unveränderter Inhalt der Primitivfasern der Nerven. Die innere Doppellinie am Rande ist sehr schwach, aber bestimmt angedeutet.

Tab. IV.

Fig. 17. Primitivfasern, deren zellgewebige Scheide vorzüglich deutlich ist, aus dem ersten Aste des fünften Paares des Menschen, so gezeichnet, wie sie unter Linsen mit kurzer Focaldistanz, wo also nur die Oberfläche und nicht das in der Tiefe liegende Contentum sichtbar wird, erscheinen.

a. Die einzelnen neben einander liegenden Primitivfasern. *b.* Die in der Scheide sichtbaren Zellgewebsfäden. *c.* Die Hülle, welche die Scheide bildet.

Fig. 18. Darstellung des Eintrittes der Nerven in das Rückenmark, aus der *pars thoracica* der *medulla spinalis* des Menschen. Die verschiedene charakteristische Stärke der Scheide ist durch Verschiedenheit der Schattirung ausgedrückt.

A. Ein Theil der das Rückenmark äusserlich umhüllenden harten Haut. *a.* Die noch ausserhalb derselben verlaufenden Primitivfasern, welche mit einer starken zellgewebigen Scheide versehen sind. *b.* Die auf der Oberfläche des Rückenmarkes unmittelbar verlaufenden Nerven, welche eine sehr zarte Scheide haben und unmittelbar in variköse Fäden des Rückenmarkes *c* übergehen.

Fig. 18*. Ein einzelner Nerve, um diese Verschiedenheiten der Hülle deutlicher zu zeigen.

a. Der Nerve ausserhalb der *pia mater.* *b.* Unmittelbar auf der äusseren Oberfläche des Rückenmarkes. *c.* Der variköse Faden des Rückenmarkes, in den er übergeht.

Fig. 19. Die Faserung des Geruchsnerven des Menschen, um an einem Beispiele zu erläutern, wie in dem Gehirne und dem Rückenmarke die Fase-

rung allerdings durch variköse Fäden zu Stande kommt, andererseits aber auch die Varikositäten selbst, sowohl in Hinsicht ihrer Existenz, als ihrer Intensität, mit der Stärke der Scheide correspondiren.

a. Dichter über einander liegende Fasern, deren Varikositäten noch nicht existiren. *b.* Einzelne durch Druck oder andere Ursachen isolirte variköse Fäden.

Fig. 20. Ein einzelnes Faserbündel aus dem Sehnerven des Menschen, welches hier bis nahe an das Gehirn von derben und festen fibrösen Scheiden umhüllt wird.

a. Das gesammte Bündel. *b.* Die einzelnen durch die Hülle hindurchscheinenden varikösen Fäden. *c.* Die auf der Hülle verlaufenden Aeste der feinsten Blutgefässe.

Fig. 21. Die merkwürdigen und charakteristischen Fasern der *pia mater.*

a. Die gabelig gespaltenen Fasern.

Fig. 22 Darstellung der auf der *pia mater* des Menschen oft vorkommenden Pigmentramificationen. Aus dem Cervicaltheile des Menschen.

a. Pia mater. *b.* Pigmentramificationen. *c.* Die zum Grunde liegenden durchsichtigen Bläschen.

Fig. 23. Epithelium des *plexus choroideus lateralis* des Schaafes, um die zellige Form mit den darin befindlichen Körnern darzustellen.

a. Die Zöttchen dieses Epithelium's, unter dem sich immer umbiegende Schlingen der Blutgefässe befinden. *b.* Die neben einander liegenden Zellen. *c.* Die darin enthaltenen *nuclei.*

Fig. 23* u. 23**. Zwei einzelne Zöttchen des Epithelium's des *plexus choroideus lateralis* der Seitenventrikel des grossen Gehirnes der Gans aus verschiedenen Stellen derselben entnommen, um zu zeigen, wie an den verschiedenen Puncten sowohl die Conformation der feinsten Blutgefässnetze, als die äussere Form der Zotten verschieden und charakteristisch ist. Um das Ansehen der feinsten Blutgefässnetze zu zeichnen, wurde nur das am Rande hervorstehende Epithelium in den Figuren dargestellt.

a. Das Epithelium. *b.* Die feinsten Blutgefässnetze.

*

Fig. 24. Dasselbe Epithelium aus dem *plexus choroideus* des kleinen Gehirnes des Menschen, wo jede Zelle mit einem runden Pigmentkörperchen äusserlich belegt ist.

a. Das gesammte Zöttchen. *b.* Die einzelnen Zellen. *c.* Die in den Zellen enthaltenen *nuclei.* *d.* Die aussen befindlichen Pigmentkörperchen.

Fig. 25. Darstellung der Hirnsandconcretionen aus der Zirbeldrüse des Menschen. Eben so sind sie auch in den *plexibus choroideis* beschaffen.

a. Die grauröthliche Substanz der Zirbel. *b.* Eine Aggregation kalkiger Concretionen von runder Gestalt. *c.* Eine einzelne kuglige Concretion. *d.* Eine einzelne kuglige Concretion, deren Oberfläche genau im Focus steht und daher die strahlenförmig auseinanderlaufend faserige Structur der Oberfläche deutlich zeigt. *e.* Eine kuglige Concretion, welche auf ihrer Oberfläche einen Krystall und zwar, wie es scheint, eine quadratische Säule enthält. *f.* Scheinbar krystallinische Form der Concretionen, wie diese sich oft bei der Betrachtung mit aplanatischen Ocularen darstellen.

Tab. V.

Fig. 26. Ramificationen und netzförmige Verbindungen der feineren Nervenzweige aus den Ampullen des Zeisigs.

a. Das Hauptstämmchen. *b.* Die secundären Reiserchen. *c.* Die feineren und feinsten Aestchen.

Fig. 27. Feinste Ramificationen der Nerven auf dem Zwischenquadranten des Kreuzes der Ampulle von *Anser domesticus.*

A. Die kreisförmige Grenze in der Ampulle. *b.* Die feineren Nervenverzweigungen. *c.* Ein kleines, daher noch durchsichtiges und in seinen einzelnen Theilen erkennbares Häufchen von Krystallen.

Fig. 28. Die letzten Enden der Nerven aus der hellen und von Pigment befreieten Iris der Gans. Um alle Verwirrung zu vermeiden, sind nur die Nervenäste und der äusserste Pupillarrand der Iris selbst gezeichnet.

a. Die mit dem Pupillarrande meist parallel laufenden Hauptstämmchen. *b.* Das dazwischen liegende Netzwerk von Fasern. *c.* Die letzten Enden der Nerven dicht an dem Pupillarrande.

Fig. 29. Darstellung der Nervenverbreitungen aus der Flasche des Gehörorganes der Gans. Diese und die folgende Figur dienen dazu, um zu zeigen, dass in gleichen Theilen verschiedener Thiere derselben Classe zwar gewisse gemeinsame charakteristische Eigenthümlichkeiten, doch auch specifische Besonderheiten existiren. Die Vergleichung der in beiden Fällen möglichst genau (wiewohl, wie ich offen bekennen muss, noch nicht ganz befriedigend genau) gezeichneten Netze belehrt am besten hierüber.

a. Die Stämmchen des Gehörnerven. *b.* Die Netze.

Fig. 30. Die Nervenverbreitung in der Flasche des Gehörorganes des Sperlings.

A. Der Nervenstamm. *a.* Die Stämmchen. *b.* Die Netze.

Tab. VI.

Fig. 31. Darstellung der letzten Enden der Nerven aus dem Zahnsäckchen des zweiten unteren Backzahnes des Schaafes, um in Vergleich mit der folgenden Figur zu zeigen, dass in analogen Theilen verschiedener Thiere zwar noch der allgemeinere Typus (hier der Längentypus) nicht zu verkennen ist, die charakteristischen und specifischen Verschiedenheiten dagegen schon mehr hervortreten.

a. Die Nervenstämmchen. *b.* Die Netze. *c.* Die schlingenförmigen Umbiegungen der einfachen Primitivfasern. *d.* Eine Sammlung mehrerer schlingenförmiger Umbiegungen einfacher Primitivfasern, wie ich sie hier einmal wahrzunehmen Gelegenheit hatte.

Fig. 32. Darstellung der letzten Enden der Nerven aus dem Zahnsäckchen des dritten oberen Backzahnes des Menschen.

A. Ein Hauptstämmchen. *a.* Die feineren Stämmchen. *b.* Die Netze. *c.* Die schlingenförmigen Endumbiegungen der Primitivfasern.

Da es sich in allen vorhergehenden und den folgenden Figuren nur um den Verlauf der Primitivfasern, nicht um die naturgetreue Darstellung der Gestalt derselben handelt, so sind die einzelnen Fasern so einfach als möglich dargestellt worden. Um jedoch auch wenigstens einen Begriff davon zu geben, wie sich das Gesammte derselben unter verschiedenen Verhältnissen zeigt (die speciellen Verhältnisse sind schon oben Tab. III. gezeich-

net worden), ist in Fig. 32. ihr Aeusseres so abgebildet, wie es sich im unverletzten Zustande darbietet. Fig. 32. *A.* zeigt einen feineren Hauptstamm unter etwas zu starkem Drucke, so dass die oberflächlichen Primitivfasern als eine lineare Aggregation von Körperchen erscheinen. Die übrigen Primitivfasern sind abgebrochen angedeutet, nicht als ob die einzelnen Primitivfasern so erschienen, sondern um die abgebrochene Natur der einzelnen Körperchen des durch die nothwendige Behandlung veränderten Contentum's zu zeigen.

(Tab. V.)

Fig. 33. Täuschendes und nur zu leicht irre führendes Vorkommen von scheinbar zu rhomboidalen Netzen sich verbindenden Primitivfasern, aus dem Zahne des Schaafes. Diese Form entsteht dadurch, dass die zarten über einander hinweg laufenden Primitivfasern an einander gedrückt und zum Theil entleert, zum Theil aber auch in dem körnigen Parenchyme des Zahnsäckchens minder deutlich erkennbar werden.

a. Die fortlaufenden Primitivfasern. *b.* Die Zweige, welche sich mit den ersteren zu verbinden scheinen, in Wahrheit aber nur über sie hinweggehen.

(Tab. VI.)

Fig. 34. Zweites Bauchganglion des *N. sympathicus* des Zeisigs unter dem Compressorium leise gepresst. Nur der Verlauf der Primitivfasern ist hier angedeutet.

A. Die äussere wellenförmige Peripherie des Ganglion's. *a.* Eintretende, und *b.* austretende Primitivfasern, welche im Inneren des Ganglion's einen noch ziemlich einfachen Plexus bilden. *c.* Umspinnende Fasern.

Fig. 35. Eine Lamelle aus dem *Ganglion Gasseri* des Meerschweinchens.

a. Durchgehende, *b.* plexusbildende und *c.* umspinnende Fasern.

Fig. 36. Eine Lamelle aus dem *Ganglion Gasseri* des Schaafes. Die Belegungsmasse ist hier durch die unzweckmässige Behandlung schon von der rein kugligen Form ihrer Elementartheile etwas entfernt.

a. Durchgehende und plexusbildende Primitivfasern. *b.* Eine von diesen abtretende umspinnende Primitivfaser. *c.* Die übrigen umspinnenden Fasern, deren ganz gleicher Ursprung jedoch in dem vorliegenden Schnitte nicht wahrgenommen wird. *d.* Das Parenchym der Kugeln der Belegungsmasse. *e.* Die eingestreuten Pigmentnester.

Fig. 37. Eine Lamelle aus dem *Ganglion cervicale* des *N. sympathicus* einer menschlichen Leiche, die schon mehrere Tage gelegen hatte. Hierdurch sowohl, als durch das zu starke Pressen sind die Begrenzungen der Kugeln der Belegungsmasse fast gänzlich geschwunden.

a. a. a. Durchgehende und plexusbildende Primitivfasern. *b.* Umspinnende Primitivfasern. *c.* Parenchym der Belegungsmasse. *d.* Eingestreute Pigmentnester.

Fig. 37*. Zwei einzelne Kugeln der Belegungsmasse aus demselben Ganglion einer Leiche, die 22 Stunden nach dem Tode bei mässig kalter Witterung untersucht worden. Man sieht das Parenchym der Kugeln, den hellen keimbläschenartigen Kern und die auf der Oberfläche der bestimmten Scheide befindlichen Pigmentkörperchen.

Fig. 38. Eine Lamelle aus der äussersten Oberfläche des *Ganglion ophthalmicum* leise gepresst. Man sieht, wie die durchgehenden und plexusbildenden Primitivfasern die Kugeln der interstitiellen Belegungsformation umspinnen.

a. Die Primitivfasern. *b.* Die Kugeln.

Fig. 39. Eine Kugel der Belegungsmasse desselben Ganglion's besonders dargestellt. Die Zellgewebefasern der Scheide sind deutlich zu erkennen.

Fig. 40. Ein kleines Stück aus der Mitte des *Ganglion oticum* des Schaafes, leise gepresst. Man sieht durchgehende und umspinnende Primitivfasern und die Kugeln der Belegungsmasse.

a. Durchgehende, *b.* umspinnende Primitivfasern. *c.* Kugeln der Belegungsmasse.

Fig. 41. Der vordere Theil des *Ganglion thoracicum secundum* der Ratte mit den Gefässramificationen auf der Oberfläche, um zu zeigen, dass die feinsten Blutgefässnetze zwar dieselbe allgemeine Gestaltnng, wie die

Maschen der umspinnenden Primitivfasern haben, ohne dass jedoch die speciellen Charaktere beider in Eines zusammenfielen.

a. Die eintretenden Primitivfasern. *b.* Die umspinnenden Primitivfasern. *c.* Die Kugeln der Belegungsmasse. *d.* Die feinsten Blutgefässnetze.

Fig. 42. Ein Theil des Verbindungsstranges zwischen dem dritten und vierten *Ganglion thoracicum* der Ratte. Die feinsten Blutgefässnetze sind auch hier zu demselben Zwecke gezeichnet, wie in der vorhergehenden Figur.

a. Die Primitivfasern. *b.* Die Kugeln. *c.* Die auf der Oberfläche in der Mitte einer jeden Kugel befindlichen Pigmentflecke. *d.* Die feinsten Blutgefässnetze.

Fig. 43. Darstellung der über einander hinweggehenden und sich kreuzenden Primitivfasern, wie sie häufig vorkommen, ohne dass die Isolirtheit jeder einzelnen hierdurch im mindesten gestört wird. Die Fasern des Stranges *a* entsprechen den Fasern *a'*, und eben so die des Stranges *b* den Fasern *b'*.

Tab. VII.

Fig. 44. Sehr stark vergrösserte Darstellung der oberflächlichen Schicht des *Ganglion thoracicum II. N. sympathici.* Es sind hier nur die an der äussersten Oberfläche gelegenen Primitivfasern gezeichnet, um ihr gegenseitiges Verhalten innerhalb des Knotens zu zeigen. Dagegen sind sowohl die dazwischen liegende Belegungsmasse, als die durchscheinenden, tiefer liegenden Schichten durch einfache Schraffirung angedeutet.

a. Eintretende, *b.* plexusbildende und (*c*) wiederum austretende; *d.* umspinnende Primitivfasern.

Fig. 45. Darstellung eines vollständigen Bauchganglion's des *N. sympathicus* von *Perca fluviatilis.* Wir sehen hier den merkwürdigen, oft vorkommenden Fall, dass ein grosser Theil des Hauptstammes, nachdem er im Innern des Knotens einige plexusartige Verschlingungen gebildet, gerade durch das Ganglion hindurch- dann aber weiter fortgeht, und dass eben so ein Zweig desselben quer durch den Knoten gerade in den Seitenast desselben verläuft. Ausserdem werden die äusserst zahlreichen hellen und durch-

sichtigen Kugeln der Belegungsmasse von den plexusbildenden Primitivfasern auf das zahlreichste umsponnen.

a. Der gerade den Knoten durchsetzende Hauptstamm, der bei *a'* Plexus bildet. *a''.* Der Seitenast desselben, welcher das Ganglion gerade durchsetzt, um sich in den Seitenzweig *b* zu begeben. *c.* Die hellen Kugeln der Belegungsmasse.

Fig. 45*. Eine einzelne Kugel der Belegungsmasse aus demselben Ganglion desselben Thieres.

a. Die äussere zellgewebige Scheide und das helle und durchsichtige Blastem des Parenchymes. *b.* Die Körperchen desselben. *c.* Der keimbläschenartige *nucleus.* *d.* Das Körperchen an der Oberfläche.

Fig. 46. Der von dem Kiemenaste des *Nervus vagus* gebildete Knoten aus *Perca fluviatilis.* Hier weichen alle eintretenden Primitivfasern zu einem grossen, besonders nach einer Seite hin sich ausdehnenden Plexus aus einander und fassen die zahlreichen Kugeln der Belegungsmasse zwischen sich. Daher wird auch die äussere Form dieses Knotens erklärlich.

a. Die eintretenden, zu Plexus aus einander weichenden Primitivfasern. *b.* Einzelne umspinnende Primitivfasern. *c.* Die dazwischen liegenden Kugeln der Belegungsmasse. *d.* Einzelne Kugeln der Belegungsmasse, welche an der äussersten Peripherie sich befinden und in den austretenden Nervenstamm sich selbst fortsetzen.

Fig. 47. Ein Ganglion des *N. sympathicus* von *Cyprinus Brama.* Auf der Oberfläche sind die bisweilen erscheinenden und in dieser Abhandlung ausführlich beschriebenen und gedeuteten gefässartigen Streifen sichtbar. Wegen der verhältnissmässig geringen Anzahl von Kugeln der Belegungsmasse hat der Knoten die Form einer nur unbedeutenden Verdickung des Nerven angenommen und erscheint dem blossen Auge beinahe als ein einfacher Faden.

a. Die eintretenden und hindurch gehenden Primitivfasern. *b.* Die auf der äussersten Oberfläche befindlichen gefässartigen Fäden. *c.* Die umspinnenden Primitivfasern. *d.* Die Kugeln der Belegungsmasse.

Fig. 48. Darstellung eines feinen Schnittes aus dem Gasserschen Knoten des Menschen.

a. Die durchgehenden, plexusbildenden und umspinnenden Primitivfasern. *b.* Die Kugeln der Belegungsmasse.

Fig. 49. Eine einzelne Kugel der Belegungsmasse aus demselben Knoten besonders gezeichnet.

a. Die äussere zellgewebige Scheide. *b.* Das Parenchym der Kugel. *c.* Der keimbläschenartige Kern. *d.* Das auf der Oberfläche befindliche Körperchen. *e.* Der auf der äussersten Oberfläche der Scheide befindliche halbmondförmige Pigmentfleck.

Fig. 50. Die Scheiden zweier Kugeln mit ihren Verbindungssträngen aus demselben Knoten besonders gezeichnet.

a. Die Scheide der Kugeln. *b.* Der Verbindungsstrang.

Fig. 51. Einzelne aus ihren Scheiden gelöste Kugeln aus dem Gasserschen Knoten des Grundes.

a. Das Parenchym der Kugeln. *b.* Der keimbläschenartige Fleck. *c.* Das an der Oberfläche befindliche Körperchen.

Fig. 52. Einzelne aus ihren Scheiden gelöste Kugeln aus dem Gasserschen Knoten der Taube.

Die gleichen Buchstaben bezeichnen dieselben Theile, wie in Fig. 51.

Fig. 53. Die vollständige Scheide einer Kugel aus dem frischen *N. sympathicus* des Menschen, mit den auf ihrer Oberfläche befindlichen Pigmentflecken.

a. Die zellgewebige Scheide. *b.* Das hindurchscheinende Parenchym. *c.* Die Pigmentkörperchen. *d.* Die Pigmentbläschen.

Fig. 53*. Ein einzelner Pigmentfleck, besonders gezeichnet.

c. Die Pigmentkörperchen. *d.* Das Pigmentbläschen.

Fig. 54. Eine einzelne Kugel der Belegungsmasse aus der gelben Substanz des Menschen, die sich in einen schwanzförmigen Anhang verlängert.

a. Das Parenchym. *b.* Die schwanzförmige Verlängerung. *c.* Der keimbläschenartige *nucleus.* *d.* Das auf der Oberfläche befindliche Körperchen.

Fig. 55. Die Kugeln der reinen Belegungsformation aus dem Gehirne von *Cyprinus Brama.*

a. Die Kugeln. *b.* Die dazwischen liegenden kleinen Körperchen, welche durch sehr vorsichtigen Druck von den Kugeln entfernt wurden und wahrscheinlich den durch die Behandlung zerstörten Kugeln angehören, oder vielleicht eigene pigmentartige Körperchen sind.

Fig. 56. Dieselben Kugeln mit denselben noch aufliegenden Körperchen.

a. Die Kugeln. *b.* Die Körperchen.

Fig. 57. Ein sehr kleiner Theil aus der Endplexusformation der Primitivfasern aus dem kleinen Gehirne von *Cyprinus Brama.* Es lag bei dieser Zeichnung weniger an den Endplexus, die sich hier wie die peripherischen Endplexus gestalten, als daran, das Verhältniss der Primitivfasern zu den Kugeln zu zeigen.

a. Die Primitivfasern. *b.* Die Kugeln. *c.* Einzelne Kugeln mit ihren *nucleis* dargestellt. Da die Letzteren nicht so zart in der Zeichnung aufgetragen werden konnten, als sie in der Natur selbst sind, so wurden sie, um den Charakter des Ganzen nicht unnatürlich zu machen, bei den übrigen Kugeln dieser Figur hinweggelassen.

Fig. 58. Verlauf der Primitivfasern innerhalb des Rückenmarkes des Schaafes, da, wo sie schon die centrale interstitielle Belegungsformation umfassen. Der feine Schnitt ist aus dem Cervicaltheile der *Medulla spinalis* entnommen.

a. Die längslaufenden plexusbildenden und umspinnenden Primitivfasern. *b.* Die Kugeln der centralen interstitiellen Belegungsmasse.

Fig. 59. Centrale letzte Enden der Primitivfasern aus der gelben Substanz des kleinen Gehirnes der Taube.

a. Die Endplexus der Primitivfasern. *b.* Die Endumbiegungsschlingen der einfachen Primitivfasern. *c.* Die Kugeln der centralen interstitiellen Belegungsformation.

Fig. 60. Die Blutgefässe aus dem Innern des Gehirnes des Hundes mit

den eigenthümlichen, in einiger Distanz sie begleitenden Fettconglomeraten.

a. Die aus Längen- und Querfaserschichten bestehende Arterienhaut. *b.* Die Fettconglomerate, welche der Richtung des Gefässes in einiger Entfernung genau parallel laufen.

Tab. VIII. und IX.

Wirbellose Thiere.

Tab. VIII.

Fig. 61. Schema des Nervensystemes des Blutegels. Die einzelnen Bauchganglien sind mit Nummern, ihrer Reihefolge nach, bezeichnet.

Fig. 62. Ein einzelnes Ganglion dieses Bauchstranges des Blutegels, sehr leicht gepresst und mit aplanatischen Ocularen bei hellem Lichte betrachtet. Die Darstellung zeigt die nach der Rückenseite des Thieres gekehrte Oberfläche.

a. Die Primitivfasern des vorderen Verbindungsstranges. *b.* Die Primitivfasern des hinteren Verbindungsstranges. *c.* Der vordere Lappen. *d.d.* Die vorderen seitlichen Lappen. *e.e.* Die hinteren seitlichen Lappen. *f.* Der mittlere, hintere, einfache Lappen. *g.g.g.* Die seitlichen eintretenden Primitivfasern.

Fig. 63. Ein einzelnes Ganglion des Bauchstranges des Blutegels unter denselben Verhältnissen, wie bei Fig. 62. beobachtet. Die Oberfläche ist die der Bauchseite zugekehrte.

a. Die Primitivfasern des vorderen Verbindungsstranges. *b.* Die des hinteren Verbindungsstranges. *c.* Der mittlere Lappen. *d.d.* Die seitlichen vorderen, und *e.e.* die seitlichen hinteren Lappen. *f.* Die äussere Hülle des Ganglion's. *g.* Die seitlich eintretenden Primitivfasern.

Fig. 64. Darstellung des Ganglion's, welches von der mit Pigmentramificationen noch versehenen Membran umhüllt wird.

a. Die Pigmentramificationen. *b.* Die durchscheinenden Begrenzungen der einzelnen Lappen des Ganglion's.

Fig. 65. Darstellung der fibrösen eigenen Hülle eines jeden Ganglion's.

a. Die Primitivfasern des vorderen, *b.* die des hinteren Verbindungsstranges. *c.* Der mittlere vordere, *d. d.* die beiden seitlichen vorderen, *e. e.* die beiden seitlichen hinteren Lappen. *f.* Der mittlere, einfache hintere Lappen. *g.* Die seitlich eintretenden Primitivfasern. *h.* Die einzelnen Fasern der eigenthümlichen fibrösen Hülle.

Fig. 66. Die Fasern der eigenthümlichen fibrösen Hülle besonders gezeichnet.

a. Die einzelnen Fasern.

Fig. 67. Das Hirnganglion des Blutegels unter dem Compressorium gelinde gepresst und bei sehr hellem Lichte betrachtet.

a. Der vordere brückenartige Theil. *b.* Der vordere seitliche paarige Lappen. *c. d. e. f.* Die vier hinter einander folgenden seitlichen paarigen Lappen. *g.* Der hinterste paarige Lappen. *h.* und *i.* Die beiden hinteren seitlichen Lappen des anhängenden, dem kleinen Hirn ähnlichen Ganglion's. *k.* Die Primitivfasern des Verbindungsstranges.

Fig. 68. Das Schwanzganglion des Blutegels.

a. Der Verbindungsstrang. *b.* Der vordere brückenartige, *c.* der hintere Endtheil.

Fig. 69. Darstellung des Verhältnisses der Primitivfasern des Verbindungsstranges und der seitlich eintretenden Nerven zu den Theilen des Ganglion's.

a. Die Primitivfasern des vorderen, und *b.* die des hinteren Verbindungsstranges, welche, wie man hier deutlich sieht, in einer Continuität unterhalb des Ganglion's verlaufen. *c.* Die äussere Hülle des Ganglion's. *d.* Die Kugeln der Belegungsmasse. *e.* Die seitlichen eintretenden Nerven. *f.* Die bündelförmigen Ausstrahlungen derselben mit ihren zellgewebigen Scheiden.

Fig. 70. Einzelne Kugeln der Belegungsmasse aus einem Ganglion des Bauchstranges des Blutegels unter verschiedenen Vergrösserungen.

a. Das Parenchym. *b.* Der keimbläschenartige Kern. *c.* Das Körperchen auf der Oberfläche.

Fig. 71. Der keimbläschenartige Kern einer solchen Kugel, besonders und unter noch stärkerer Vergrösserung gezeichnet.

a. Der Kern mit seiner äusseren Membran und seinem hellen und durchsichtigen Contentum. *b.* Das dem Keimflecke zu vergleichende Körperchen.

Tab. IX.

Fig. 72. Ein Ganglion des Bauchstranges des Krebses von seiner dem Rücken zugekehrten Oberfläche betrachtet.

a. Die Primitivfasern des eintretenden Verbindungsstranges. *b.* Die des austretenden Verbindungsstranges. *c.* Die reine Belegungsformation nebst der eigenthümlichen Hülle des Ganglion's. *d.* Zwei Hemisphären desselben. *e.* Die seitlich eintretenden Primitivfasern.

Fig. 73. Einzelne Kugeln der Belegungsformation desselben Ganglion's unter verschiedener Vergrösserung. Nur bei der einen runden ist das Aussehen der Kugel, bei den beiden andern mit schwanzförmigen Verlängerungen versehenen ist nur der Umriss ihrer Theile dargestellt worden.

a. Die Kugel selbst mit ihrem Parenchyme. *b.* Die schwanzförmige Verlängerung. *c.* Der keimbläschenartige Kern. *d.* Das Körperchen auf der Oberfläche mit seinem umgebenden hellen Kreise.

Fig. 74. Die dem Rücken zugekehrte Oberfläche des Schwanzganglion's des Krebses.

a. Die eintretenden Primitivfasern des Verbindungsstranges. *b.* Die äussere Hülle. *c.* Die beiden vorderen. *d.* Die beiden hinteren Lappen. *e.* Die austretenden Nerven.

Fig. 75. Darstellung eines freien, peripherischen Plexus aus dem Eingeweidenervensysteme des Krebses, um zu zeigen, dass das Verhältniss der blossen Juxtaposition der Primitivfasern hier eben so ist, wie bei dem Menschen und den Wirbelthieren.

a. Die Primitivfasern des einen und *b.* die des anderen eintretenden Stammes. *c.* Die Zweige des Plexus selbst.

Fig. 76. Das auf dem Seitenaste des Schlundringes aufsitzende Haupt- und Ursprungsganglion des Eingeweidenervensystemes des Krebses mit seinen ausstrahlenden Eingeweidenerven.

a. Die Primitivfasern des Seitenastes des Schlundringes, auf welchen das Ganglion gleich einem Hügel aufsitzt. *b.* Die Hülle des Ganglion's. *c.* Die Kugeln der Belegungsmasse. *d.* Die umspinnenden Primitivfasern. *e.* Die austretenden Stämme des Eingeweidenerven.

Fig. 77. Ein grösseres Ganglion des Eingeweidenervensystemes des Krebses. Die mässige Anzahl der Kugeln bildet hier keine sehr bedeutende Anschwellung.

a. Die Primitivfasern des Urstammes. *b.* Die Kugeln der interstitiellen Belegungsformation. *c.* Die umspinnenden Primitivfasern.

Fig. 78. Einzelne Kugeln mit ihren umspinnenden Primitivfasern aus diesem Ganglion besonders gezeichnet.

a. Die Kugeln. *b.* Die umspinnenden Primitivfasern.

Fig. 79. Isolirte Kugeln aus demselben Ganglion.

a. Die äussere zellgewebige Hülle. *b.* Das Parenchym des Ganglion's. *c.* Die schwanzartige Verlängerung der äusseren zellgewebigen Scheide.

Fig. 80. Ein Stamm des Eingeweidenerven des Krebses, der sich in drei Zweige theilt, an seiner Theilungsstelle einzelne Kugeln der peripherischen interstitiellen Belegungsformation enthält und dadurch eine kleine Anschwellung bildet.

a. Der einfache Hauptstamm. *b.* Die Stelle der Anschwellung. *c.* Die abgehenden Zweige. *d.* Die vereinzelten Kugeln der dazwischen liegenden interstitiellen Belegungsformation.

Fig. 81. Ein Nervenstämmchen aus dem Eingeweidenervensysteme des Krebses, in dem eine einzelne Kugel der peripherischen Belegungsformation eingelagert ist.

a. Der Hauptstamm. *b.* Die eingelagerte Kugel. *c.* Die äussere zellgewebige Scheide. *d.* Der Fortsatz derselben, der ein grosses Blutgefäss enthält.

Fig. 82. Dieselbe einzelne Kugel besonders gezeichnet.

a. Die Kugel selbst. *b.* Deren zellgewebige, ein grosses Blutgefäss enthaltende Scheide.

Fig. 83. Schema der beiden Hauptganglien des unpaaren Stranges des Eingeweidenervensystemes auf dem Darmrohre der *Blatta orientalis.*

a. Das Darmrohr. *b.* Das vordere und *c.* das hintere Ganglion.

Fig. 84. Das vordere, in der vorigen Figur mit *b* bezeichnete Ganglion vergrössert.

a. Der nach vorn gelegene Hauptstamm. *b.* Die gehäuften Kugeln der Belegungsmasse. *c. c.* Die abgehenden Hauptzweige.

Fig. 85. Das in Fig. 83 mit *c* bezeichnete Ganglion stark vergrössert.

a. Die Primitivfasern. *b.* Die seitlich austretenden Zweige. *c.* Die Kugeln der interstitiellen Belegungsmasse.

Fig. 86. Ein einzelner Nerve, der durch mechanische Verletzung nach einer Seite hin kuglig hervorgetrieben ist, wie dieses besonders häufig bei Crustaceen und Insecten vorkommt.

Nachtrag

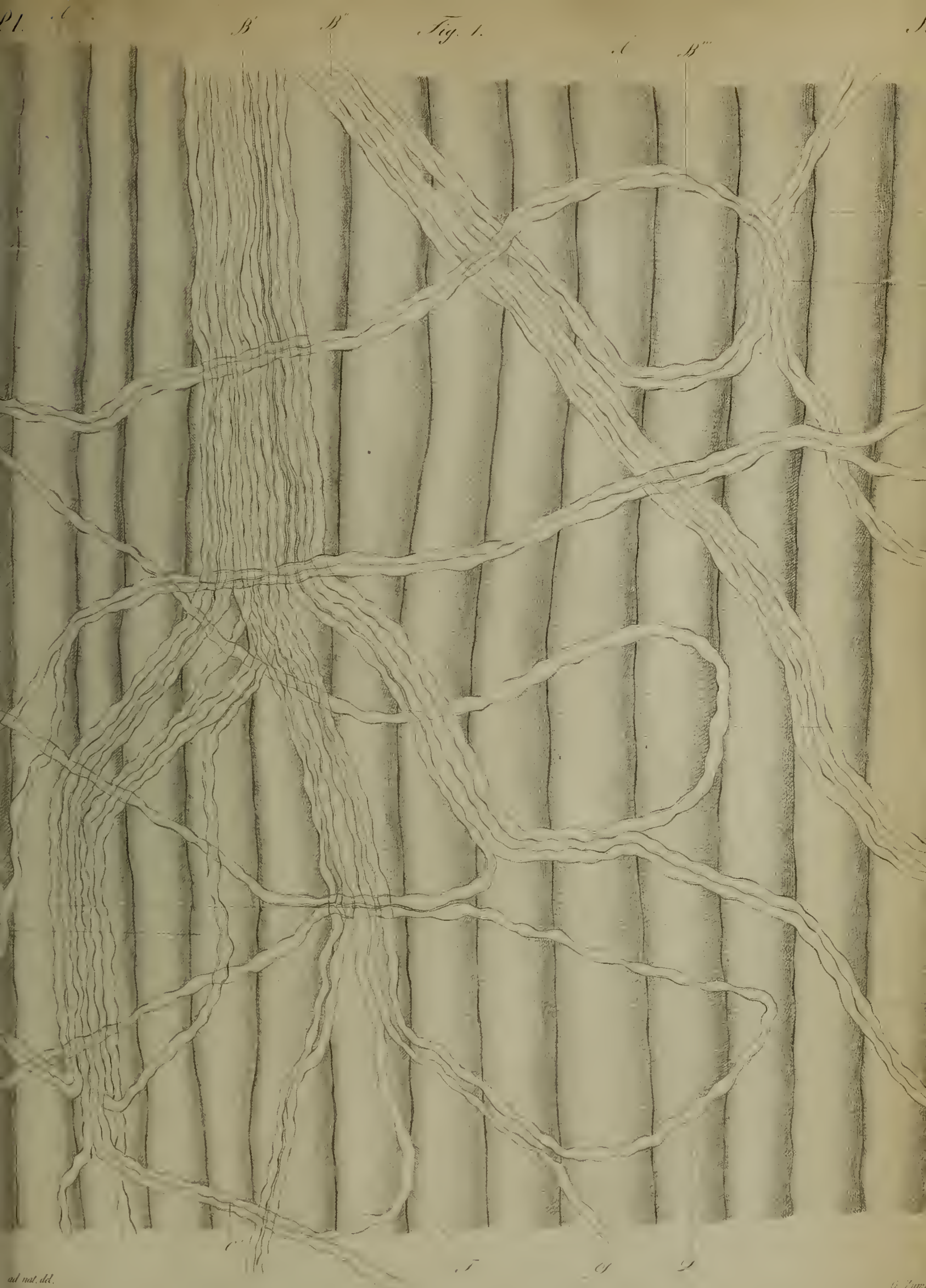
zu G. Valentin's Abhandlung: Über den Verlauf und die letzten Enden der Nerven. S. 51 ff.

(*Der Akademie übergeben den* 10. *August* 1836.)

Die eben dargestellten Beobachtungen sind mit Hülfe eines grossen Plössl'schen Mikroskopes gemacht worden. Diese Bemerkung ist deshalb nothwendig, weil, wie ich aus Erfahrung weiss, manche gleich vortrefflichen Apparate durchaus nicht geeignet sind, mehrere in vorliegender Arbeit naturgetreu wiedergegebenen Gegenstände mit aller nothwendigen Klarheit dem Auge vorzuführen.

Bei dieser Gelegenheit mögen auch einige Bemerkungen ihren Platz finden, welche ich bei dem anhaltenden Gebrauche eines grossen Plössl'schen Mikroskopes und eines gleichen von Pistor und Schiek verfertigten Instrumentes gemacht habe. Die Berliner Apparate besitzen ein so ausgezeichnet schönes und grosses Gesichtsfeld, verbunden mit einer so bedeutenden Lichtstärke und Klarheit, dass man ohne alle Gefahr bei jeder Art von Beleuchtung alle Vergrösserungen (mit Ausnahme der von Ocular No. 5. mit Objectiv 4. 5. 6. combinirt = 2400 Durchm.) anzuwenden vermag. Das Bild zeigt sich stets eben so, als das eines mit freiem Auge deutlich gesehenen Objectes. Die sorgfältige Construction aller Neben-Apparate, die Mobilität des Mikrometers, die (auch bei manchen Plössl'schen Instrumenten sich vorfindenden) genaueren Stellschrauben, die drehbare Schattenscheibe u. dgl. gewähren

BRESLAU,
GEDRUCKT BEI GRASS, BARTH UND COMP.


Pl. 1.
B'
B''
Fig. 1.
A
B'''
ad nat. del.

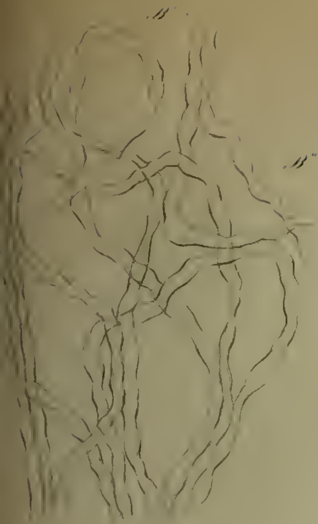


Fig. 3.

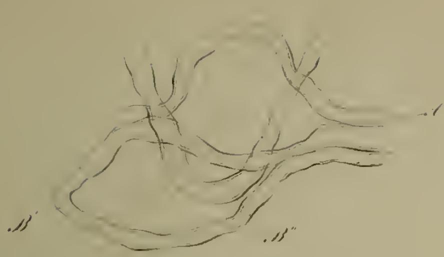


Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 11.

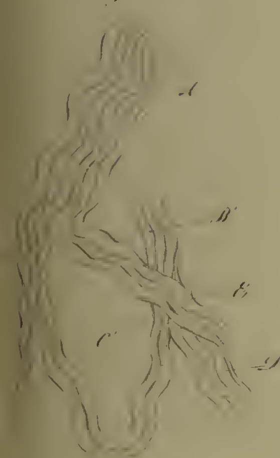


Fig. 2.

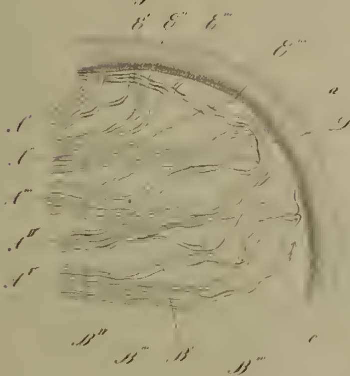


Fig. 6.



Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 9.



Fig. 10.



Fig. 12.



Fig. 13.



Fig. 14.



15.



16.

… ad nat. del. G. Zumpe sc.

Fig. 17.

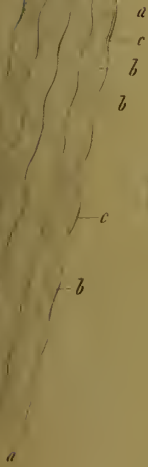


Fig. 18.

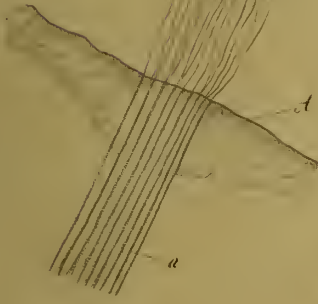


Fig. 18.*



Fig. 19.

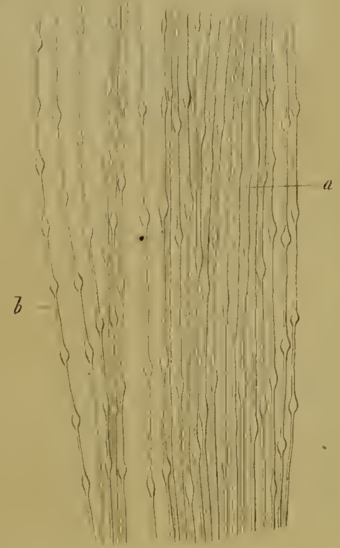


Fig.



Fig. 21.

Fig. 22.

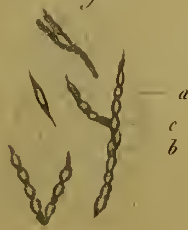


Fig. 23.



Fig. 24.

Fig. 23.*



Fig. 23.**



Fig. 25.



Dr. Valentin ad nat. delin.

G. Za

Fig. 26.



Fig. 27.

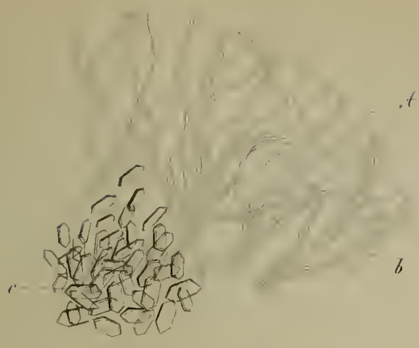


Fig. 28.

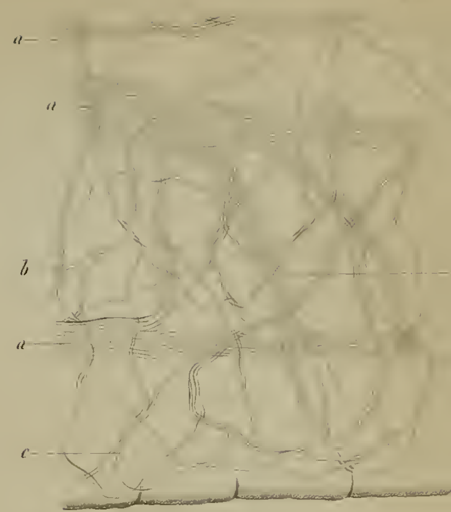


Fig. 29.

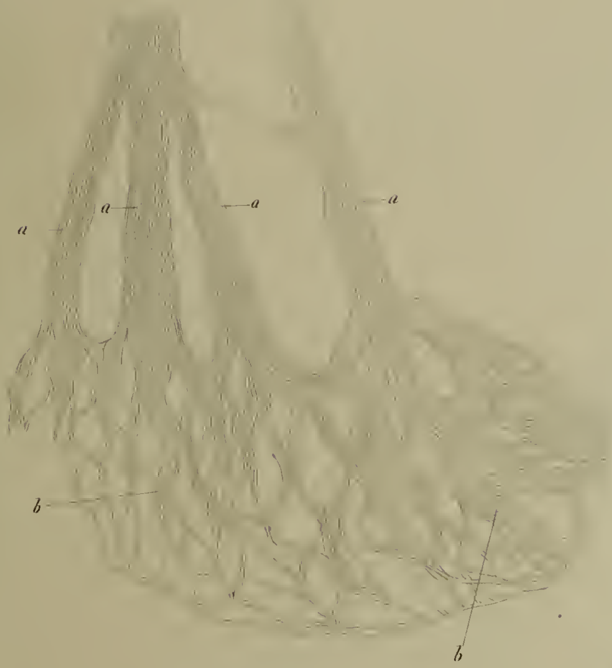


Fig. 30.

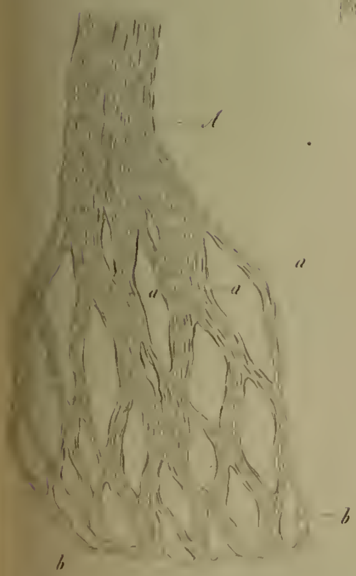
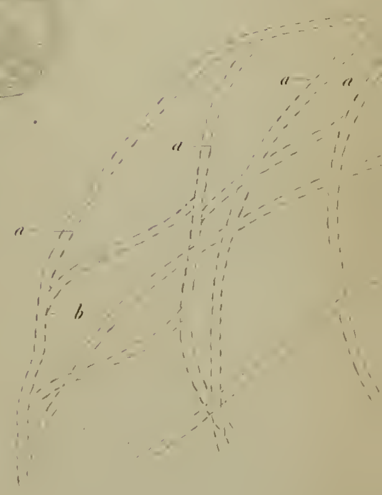


Fig. 33.



G. Valentin ad nat. delin

G. Zump

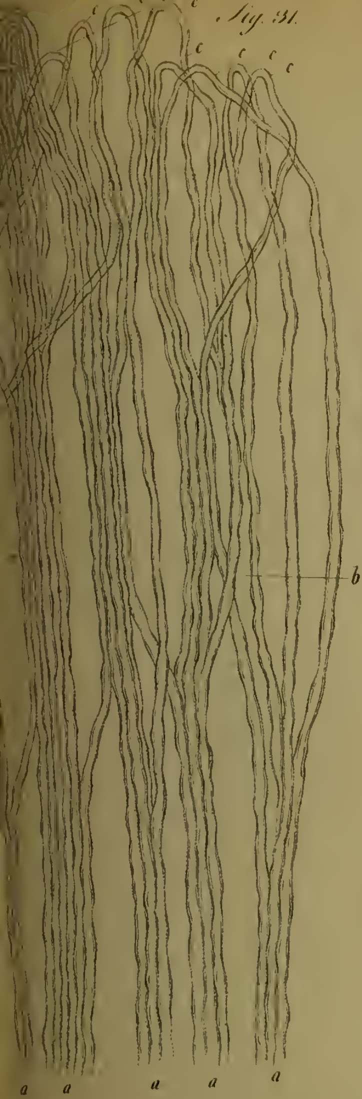


Fig. 31.

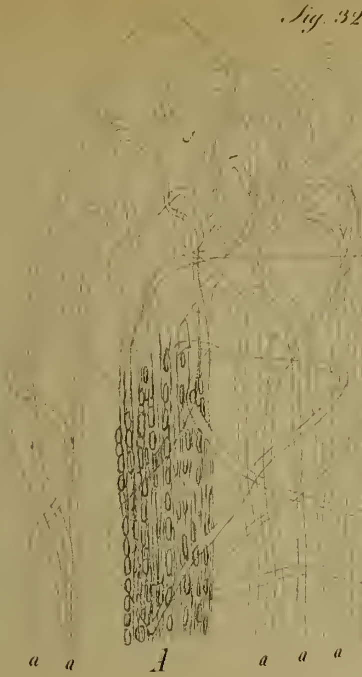
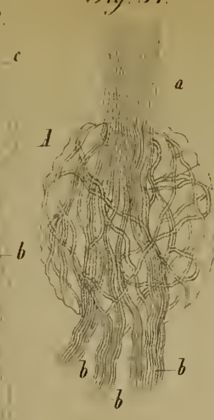


Fig. 32.



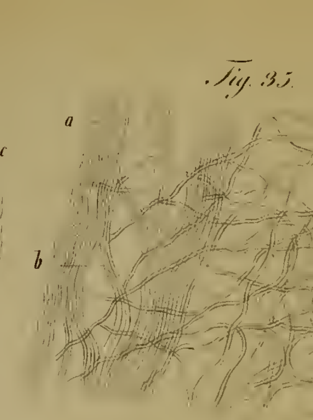


Fig. 35.



Fig. 36.

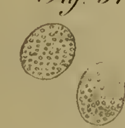


Fig. 37.*

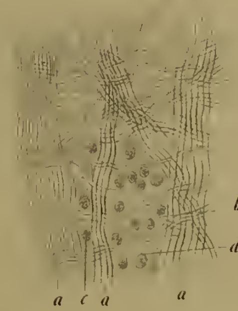


Fig. 37.



Fig. 38.



Fig. 39.

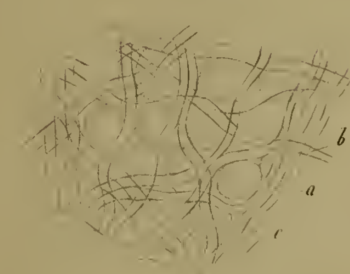


Fig. 40.

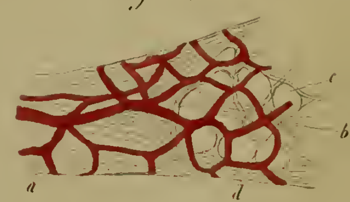


Fig. 41.

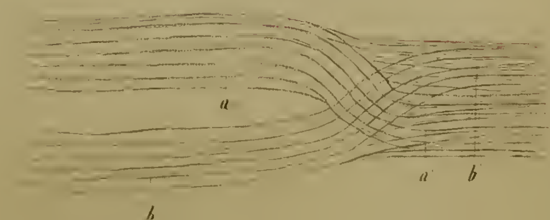


Fig. 43.

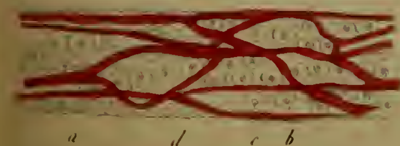


Fig. 42.



Fig. 55.



Fig. 56.



Fig. 47.



Fig. 51.



Fig. 52.



Fig. 53.



Fig. 53.*



Fig. 54.

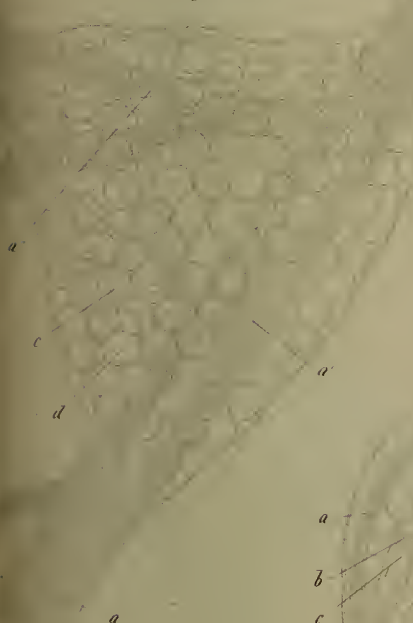


Fig. 45.

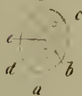


Fig. 45.*

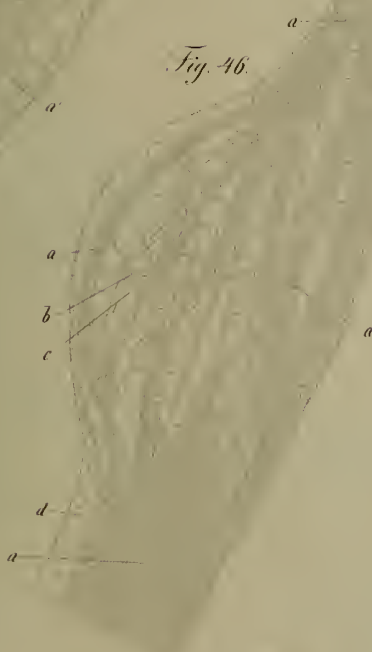


Fig. 46.

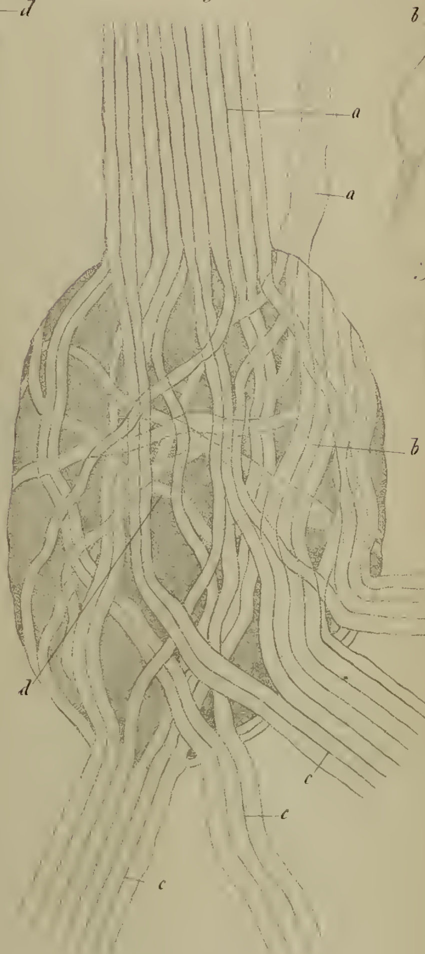


Fig. 44.

Fig.



Fig. 49.

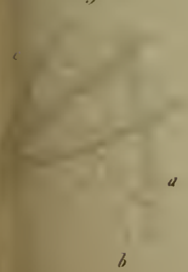


Fig. 57.

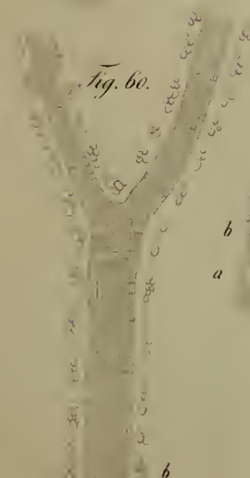


Fig. 60.



Fig. 48.

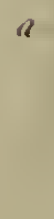


Fig. 58.

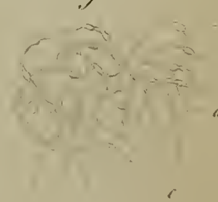


Fig. 59.

Fig. 70.



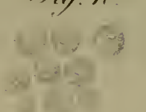
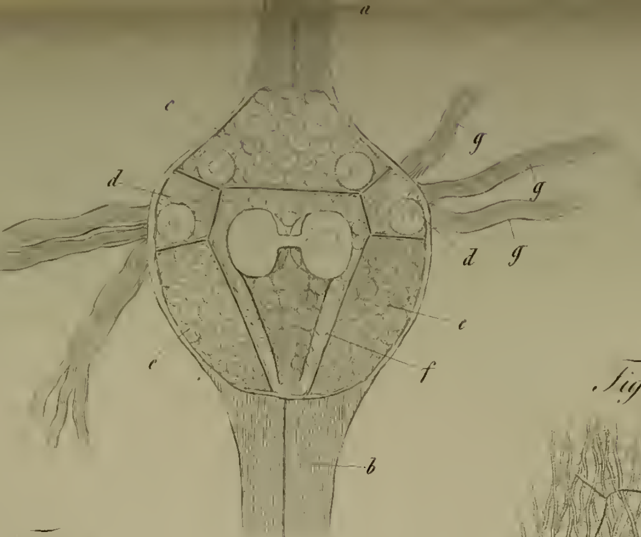

Fig. 70.

Fig. 70.



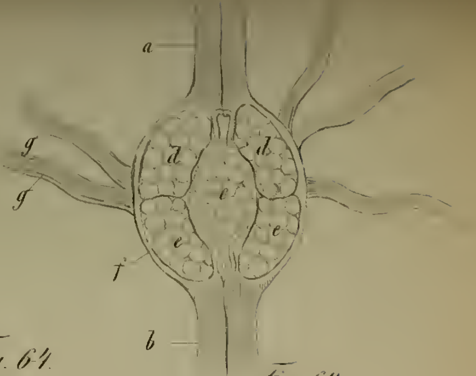


Fig. 69.

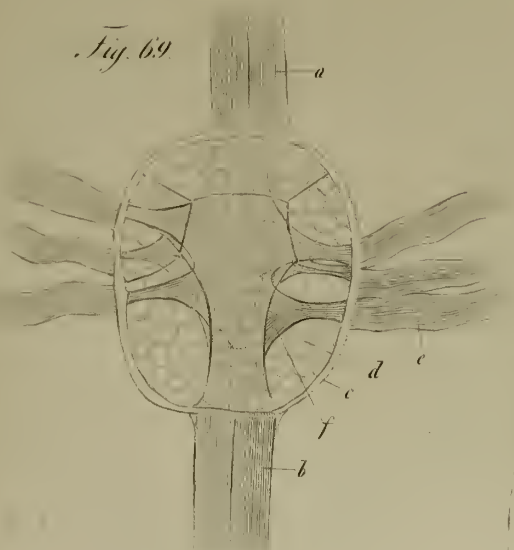


Fig. 61.

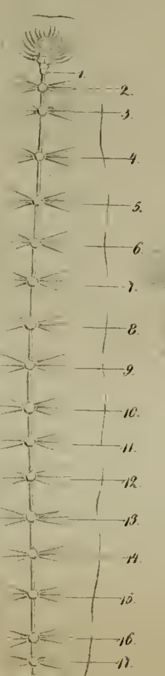


Fig. 65.

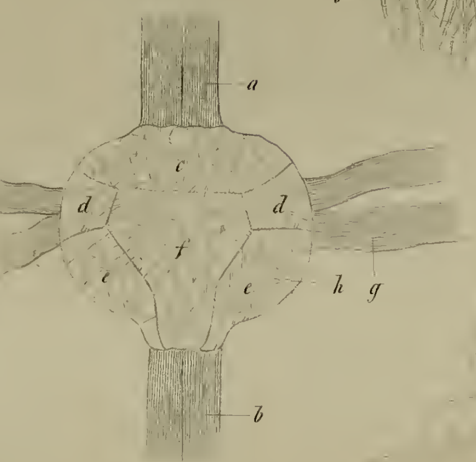


Fig. 64.

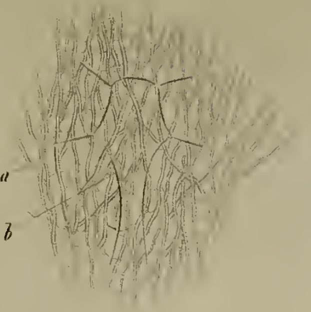


Fig. 68.

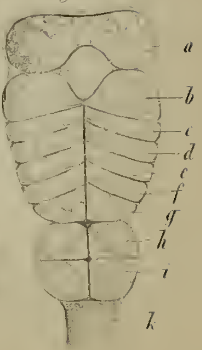


Fig. 67.

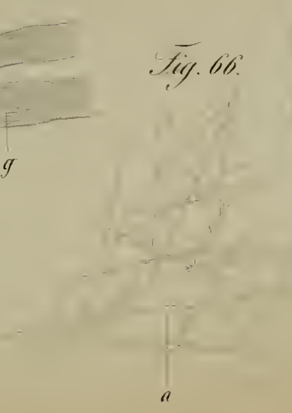


Fig. 66.

Fig. 73.

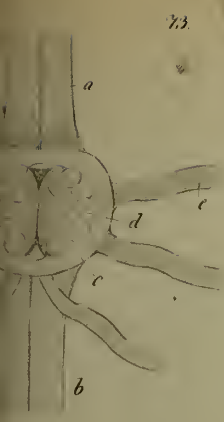


Fig. 74.

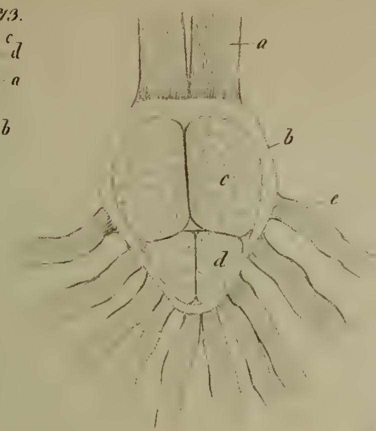


Fig. 77.

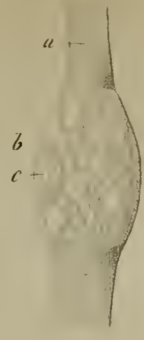


Fig. 79.

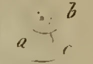


Fig. 78.

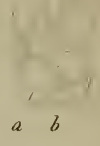


Fig. 76.

Fig. 83.



Fig. 84.

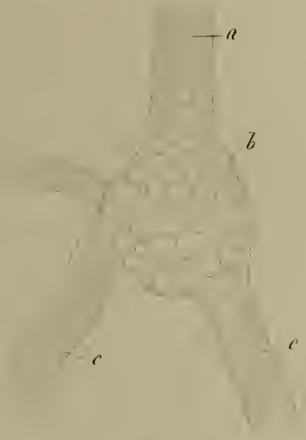


Fig. 85.

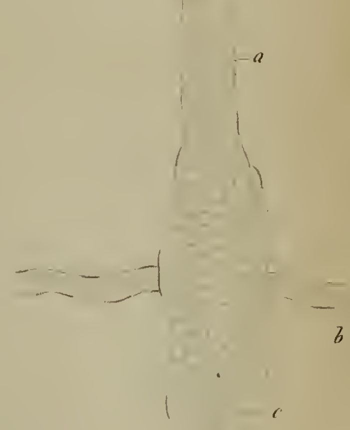


Fig. 82.

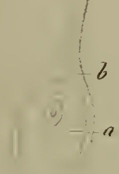


Fig. 81.

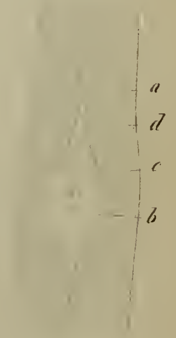


Fig. 80.

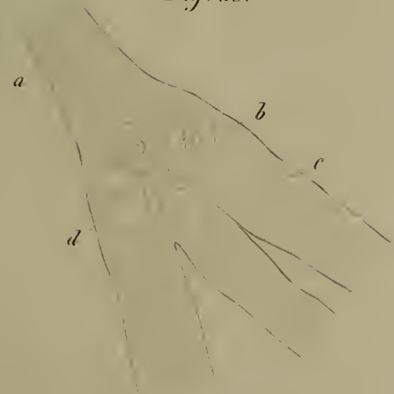


Fig. 86.



hn

Gott